

# PROYECTOS EMBLEMÁTICOS II



EN EL ÁMBITO DE  
LA ENERGÍA



Dirección General de Industria,  
Energía y Minas  
CONSEJERÍA DE ECONOMÍA  
E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA  
**Comunidad de Madrid**  
[www.madrid.org](http://www.madrid.org)



# PROYECTOS EMBLEMÁTICOS II EN EL ÁMBITO DE LA ENERGÍA



Depósito Legal: M - 18523 - 2007

DISEÑO E IMPRESIÓN:



Tel: 91 612 98 64

# AGRADECIMIENTOS

La elaboración de esta publicación ha contado con la inestimable ayuda de los beneficiarios e instaladores de los proyectos recogidos en esta guía. Sus aportaciones han servido para poder mostrar las contribuciones dentro de la Comunidad de Madrid a un desarrollo sostenible, combinando el uso de energías renovables y las medidas de ahorro y eficiencia energética.

Este agradecimiento está dirigido a las personas que han colaborado en esta publicación y a las entidades de las que forman parte:

Abasol, S.L.  
Acciona Solar  
Área de Gobierno de Medio Ambiente y Servicios a la Ciudad del Ayuntamiento de Madrid  
Calordom, S.L.  
Consejería de Economía e Innovación Tecnológica de la Comunidad de Madrid  
Consejería de Empleo y Mujer de la Comunidad de Madrid  
Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid  
Departamento de Medio Ambiente y Calidad de MAPFRE  
Dirección de Proyectos de Innovación Residencial de la Empresa Municipal de Vivienda y Suelo de Madrid (EMVS)  
Ecologistas en Acción  
Empresa Municipal de Transporte de Madrid  
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid  
FUJY  
GEDESMA  
Grupo Foxá  
Iberdrola  
Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario  
OpciónDos  
Patronato Municipal de Deportes del Ayuntamiento de Alcobendas  
Putzmeister Ibérica  
Telefónica

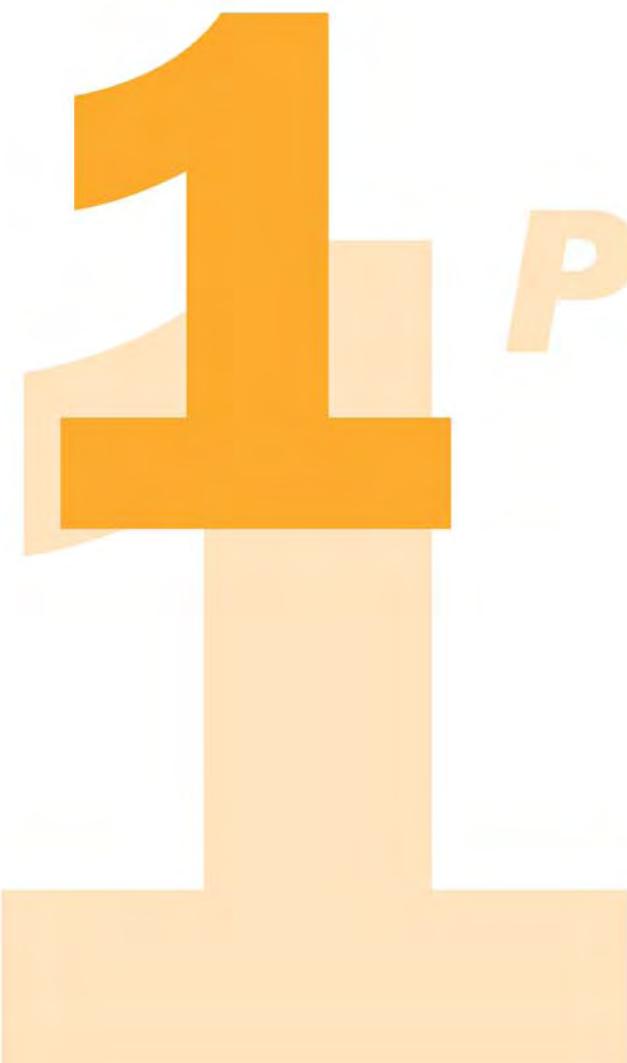
Como continuación de la iniciativa de la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid, se ha llevado a cabo la segunda Guía de Proyectos Emblemáticos en el Ámbito de la Energía con la colaboración de la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid.



# ÍNDICE

# ÍNDICE

<b>1.</b>	PRESENTACIÓN	<b>9</b>
<b>2.</b>	SITUACIÓN ENERGÉTICA DE LA COMUNIDAD DE MADRID	<b>12</b>
<b>3.</b>	PROYECTOS EMBLEMÁTICOS	<b>14</b>
<b>3.1</b>	EDIFICIO DE VIVIENDAS CON INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA	<b>16</b>
<b>3.2</b>	INSTALACIÓN DE CALDERA DE BIOMASA PARA CALEFACCIÓN	<b>18</b>
<b>3.3</b>	CENTRO COMERCIAL "EL DELEITE" CON INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	<b>20</b>
<b>3.4</b>	PRIMERA ESTACIÓN DE BIOETANOL EN MADRID	<b>22</b>
<b>3.5</b>	ENERGÍA SOLAR TÉRMICA EN UN POLIDEPORTIVO	<b>24</b>
<b>3.6</b>	ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN LAS INSTALACIONES DE RESIDUOS	<b>26</b>
<b>3.7</b>	PLAN DE AHORRO ENERGÉTICO EN EDIFICIOS DE MAPFRE	<b>28</b>
<b>3.8</b>	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN CUBIERTA DE NAVE INDUSTRIAL	<b>30</b>
<b>3.9</b>	CALDERA DE BIOMASA PARA AGUA CALIENTE Y CALEFACCIÓN	<b>32</b>
<b>3.10</b>	LA VAGUADA SE SUMA A LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA	<b>34</b>
<b>3.11</b>	FACHADA SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL COMPLEJO SOCIO-SANITARIO DEL PROYECTO ALZHEIMER DE LA FUNDACIÓN REINA SOFÍA	<b>36</b>
<b>3.12</b>	TELEFÓNICA, MADRIDSOLAR E IBERDROLA PROMUEVEN LA MAYOR INSTALACIÓN SOBRE CUBIERTA	<b>38</b>
<b>3.13</b>	SUSTITUTOS RENOVABLES DEL PETRÓLEO	<b>40</b>
<b>3.14</b>	CONSEJERÍA DE EMPLEO Y MUJER CON INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	<b>42</b>
<b>3.15</b>	COCHERAS DE LA EMT CON CUBIERTAS SOLARES	<b>44</b>
<b>3.16</b>	ARQUITECTURA SOSTENIBLE	<b>46</b>
<b>3.17</b>	AGUA CALIENTE EN HOTELES CON ENERGÍA SOLAR	<b>48</b>
<b>3.18</b>	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA PARROQUIA DE SAN GABRIEL ARCÁNGEL	<b>50</b>
<b>3.19</b>	PRODUCCIÓN Y AUTOCONSUMO DE BIOCOMBUSTIBLES EN LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID	<b>52</b>
<b>3.20</b>	BIOGÁS Y APROVECHAMIENTO DEL CALOR RESIDUAL	<b>54</b>
<b>3.21</b>	ÁRBOLES DE AIRE BIOCLIMÁTICOS	<b>56</b>
<b>3.22</b>	CASBEGA E IBERDROLA PROMUEVEN Y CONSTRUYEN UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA EN FUENLABRADA	<b>58</b>
<b>ANEXO 1</b>	SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PROYECTOS EN LA COMUNIDAD DE MADRID	<b>62</b>



**PROYECTOS  
EMBLEMÁTICOS //**  
**EN EL ÁMBITO DE  
LA ENERGÍA**

# PRESENTACIÓN





# 1

# PRESENTACIÓN

El Gobierno de la Comunidad de Madrid, desde el año 1998, viene prestando especial atención a las energías renovables. Las instalaciones que permiten el uso de este tipo de energías limpias han sido objetivo de líneas de ayuda para su implantación en nuestra Región.

El Plan Energético de la Comunidad de Madrid 2004-2012 tiene como uno de sus objetivos principales la promoción del uso de recursos energéticos propios de origen renovable, así como la evaluación de la tecnología y de los recursos propios disponibles con la finalidad de contribuir al abastecimiento energético de la Comunidad.

El Plan pretende duplicar la contribución de las energías renovables en el conjunto del abastecimiento energético de la Región. Para ello dedica un importante esfuerzo al fomento del uso de recursos renovables y la implantación de instalaciones de energía solar, fotovoltaica y térmica, aprovechamiento de la energía procedente de residuos, utilización de cauces de agua, obtención de energía de la biomasa, etc.

El abastecimiento de las necesidades energéticas de la Comunidad de Madrid, prácticamente en su totalidad, está caracterizado por tener dependencia externa de energía transformada. Motivo por el cual, se propone incrementar la generación con garantía de potencia dentro de nuestra Región, aprovechar los recursos propios de origen renovable y el fomento de la eficiencia y el ahorro energético.

Las fuentes primarias de energía, en general empleadas en los países occidentales, son básicamente cuatro: los derivados del petróleo, el gas natural, la energía nuclear y el carbón. Teniendo en cuenta que las reservas existentes de los dos más usados (derivados del petróleo y gas natural) no superarán los 40 y los 70 años, respectivamente, al ritmo actual de consumo y que lejos de consumir cada vez menos energía, el mundo aumenta año a año su gasto energético, es prioritario concienciar del uso racional de los recursos naturales y utilizar energías renovables.

Los proyectos aquí recogidos muestran que es posible desde el punto de vista tecnológico y económico el uso de fuentes renovables para la generación de energía y disminuir la dependencia energética de las fuentes convencionales de energía de forma que ayuden a satisfacer las necesidades energéticas de toda la Región. Estos proyectos manifiestan que el uso de recursos renovables puede integrarse en nuestra vida cotidiana como una forma complementaria de obtención de energía en algunos casos y en otros muestran que se pueden satisfacer las necesidades energéticas de instalaciones ya existentes.

El promover el uso de energías renovables muestra a la sociedad la posibilidad de obtener energía de forma sostenible, disminuyendo los efectos medioambientales de las actividades de generación de energía y como efecto paralelo sugiere que se debe hacer un uso racional de la misma, reduciendo nuestro consumo eléctrico y mejorando de este modo nuestro entorno.



# SITUACIÓN ENERGÉTICA DE LA CIUDAD DE MADRID

PROYECTOS  
EMBLEMÁTICOS III  
EN EL ÁMBITO DE  
LA ENERGÍA

# SITUACIÓN ENERGÉTICA DE LA COMUNIDAD DE MADRID

COMUNIDAD

RID



# SITUACIÓN ENERGÉTICA DE LA COMUNIDAD DE MADRID

La Comunidad de Madrid tiene la singularidad de ser una región con un elevado consumo de energía que contrasta enormemente con una producción muy reducida. El balance energético de la Comunidad de Madrid muestra, con datos de referencia del año 2006, que el consumo energético alcanzó los 11,3 Mtep y que tan sólo la generación propia fue del 3 %.

La estructura del consumo energético de la Comunidad de Madrid está marcada por el consumo por sectores, siendo el sector transporte el mayor consumidor de energía, principalmente derivados del petróleo. El segundo gran consumidor en nuestra región es el sector doméstico y los tipos de energía consumida son la electricidad procedente de las líneas de distribución nacionales y el gas natural, también procedente de la distribución nacional.

## Distribución por Sectores del Consumo Energético

Transporte	52,2 %
Doméstico	24,0 %
Industrial	12,0 %
Servicios	10,0 %
Agricultura	1,8 %

Fuente: Plan Energético de la Comunidad de Madrid 2004-2012

recursos energéticos propios de origen renovable. Con este fin se quiere impulsar la tecnología y los recursos propios disponibles con la finalidad de contribuir al abastecimiento energético de la Comunidad.

El Plan aspira conseguir duplicar la energía generada anualmente por fuentes renovables en la región, pasando a los 400 ktep/año en el 2012.

Los Programas de Ayudas de la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid a lo largo de estos años son líneas de actuación para llevar a cabo el Plan Energético.

Uno de los programas a destacar en la tarea de promoción del uso de las energías renovables es el Programa de Ayudas para la Promoción de las Energías Renovables. Entre las energías renovables, la solar es una de las más atractivas, teniendo en cuenta tanto la orografía como la realidad climática del ámbito territorial de la Comunidad de Madrid. Por ello, en la última década se ha venido potenciando desde el Gobierno Regional la utilización de la energía solar, en sus dos vertientes, térmica y fotovoltaica. Ello se ha traducido en un continuo aumento de los fondos destinados a subvencionar la utilización de dicha energía, así como el lanzamiento de la Campaña Madridsolar.

El Plan Energético de la Comunidad de Madrid 2004-2012 tiene como uno de sus objetivos principales la promoción del uso de



Además, las líneas de actuación de la Dirección General de Industria, Energía y Minas se dirigen a conseguir un mejor aprovechamiento energético, con el fin de gastar menos y mejor (ahorro y eficiencia) y poder alcanzar en el año 2012 una disminución del 10 % de la demanda energética respecto de la tendencia del consumo, pasando de 13,6 a 12,26 Mtep, además de conseguir una reducción de la emisión anual de CO<sub>2</sub> en un 10 %.

Para ello se dispone del Programa de Ayudas para la Promoción del Ahorro y la Eficiencia Energética, destinado a auditorías energéticas en sectores industriales, actuaciones de mejora de la eficiencia energética de las instalaciones térmicas de edificios existentes del sector residencial y terciario y actuaciones de mejora energética de las instalaciones de iluminación interior en edificios existentes del sector residencial o terciario. En este programa de ayudas se encuentra la renovación de instalaciones de alumbrado

público exterior existente, los estudios de viabilidad en cogeneración, y la adquisición o transformación de vehículos para alimentación con gas, entre otros.

Además del lanzamiento de la campaña Madrid Ahorra con Energía, en colaboración con el IDAE, cuya finalidad es concienciar a los madrileños de un uso racional de los recursos naturales, un uso eficiente de la energía y, por tanto, un ahorro energético sin perjuicio de nuestras actividades.

Por último destacar, que dentro de las actividades de promoción de la eficiencia y ahorro energético se encuentran los siguientes planes:

- Plan Renove de Aparatos Domésticos de Gas.
- Plan Renove de Instalaciones Eléctricas Comunes en Edificios de Viviendas.
- Plan Renove de Electrodomésticos, clase energética A o superior.
- Plan Renove de Maquinaria Industrial.

3  
3

PROYECTOS  
EMBLEMÁTICOS

PROYECTOS  
EMBLEMÁTICOS III  
EN EL ÁMBITO DE  
LA ENERGIA

# PROYECTOS EMBLEMÁTICOS

PROYECTOS  
EMBLEMÁTICOS



## 3.1 EDIFICIO DE VIVIENDAS CON INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA



### Instalación solar fotovoltaica en una casa de viviendas

**Lugar:** Calle Santa Ana

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** Junio 2005

#### Participantes:

- Comunidad de propietarios
- Ecologistas en Acción

#### Descripción

El acuerdo entre la comunidad de propietarios de un edificio de viviendas y una asociación ecologista de ámbito nacional, ha hecho posible la instalación de equipamiento solar para la generación de electricidad. Esta actuación cabe calificarla de proyecto emblemático en más de un sentido, ya que con la colaboración entre un promotor, la asociación ecologista y el propietario de una superficie, la comunidad, se produce una energía limpia y da lugar a un acuerdo ventajoso para todas las partes.

La instalación se sitúa en el tejado de una casa de la calle Santa Ana de Madrid a escasa distancia de la plaza de Cascorro; es una casa antigua, de cuatro alturas, que no recibe sombras de las edificaciones vecinas.

La instalación se compone de 44 módulos de 140 Wp de la casa ATERSA; cada uno de estos paneles es capaz de producir 4,2 A a una tensión de 24 V. Se trata del modelo FTV 140P / 24 V, que en total eleva la potencia de la instalación a 6,16 kWp. Las células son de silicio monocristalino.

Los paneles son elementos de 1,62 m x 0,81 m x 0,04 m y de un peso de 15 kg.

El número de células por panel se eleva a 72. Está provista de diodos de protección para evitar averías por sombreado parcial del panel.

La instalación se ha dispuesto en series que se han conectado en paralelo para adaptarse a los requerimientos del conjunto de la instalación.

En el punto de funcionamiento de máxima potencia de los paneles, con iluminación estándar, la intensidad producida en cada uno de ellos es la mencionada de 4,2 A, y la tensión es de 33,4 V; la corriente de cortocircuito es de 4,7 A y la tensión de circuito abierto es de 42,9 V.

Una particularidad de este tipo de paneles es que empiezan a ser efectivos, con tan sólo una radiación del 5 % de la radiación tipo; con 50 W/m<sup>2</sup> basta para que comience a entregar energía a la red.

Es necesario, para la inyección a la red de la energía producida por los paneles, un inversor; en este caso es de la marca MASTERVOL, que puede trabajar en un rango de tensión entre 100 y 380 V y con intensidades de hasta 15 A. El coeficiente de distorsión en este inversor es inferior al 3 % y el factor de potencia es de 0,99. Su tamaño (0,47 m x 0,32 m x 0,24 m) es compatible con cualquier espacio, cuestión que se ve avalada por su peso: 14 kg.

Su rendimiento se estima del 94 % y proporciona la energía a 230 V y los 50 Hz de frecuencia de la red.

La instalación está provista de una salida para la toma de datos a través de un ordenador, de la potencia instantánea, tensión, intensidad, temperatura, energía producida por meses, energía acumulada, gráficos, etc.

Para su ubicación en el tejado hubo que adaptar los módulos a la cubierta de teja plana, por lo que éstos venían provistos de un marco de aluminio anodizado, que permite, por un lado, su fijación por medio de tornillos para asegurarla a la estructura de sujeción de las tejas y, por otro, darle una resistencia frente al ambiente. Estas protecciones y la robustez del acabado, así como las cubiertas de vidrio, y el encapsulante, EVA, aseguran la estanqueidad del sistema células-conexiones.

El tejado donde se instalaron los paneles presenta una pequeña inclinación con buzamiento hacia el sur, que sin duda es efectiva a la hora de optimizar el rendimiento de la instalación; esta pequeña inclinación permite el apoyo de los paneles sin necesidad de otras estructuras complementarias que sobrecargarían el tejado. Desde un punto de vista de balance energético el ahorro en este tipo de materiales es muy interesante.



## Resultados

Estéticamente a la instalación no se le pueden poner pegas, ya que sólo es visible desde la azotea de la casa de enfrente en la calle de Santa Ana, azotea que no es practicable. Desde la calle es imposible ver los paneles, que es la única parte de la instalación, si se exceptúan los cables de conexión, que están al descubierto.



Las emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas, cabe cifrarlas en 6,6 toneladas/año, y a lo largo de su vida, calculada en 25 años, 165 t.

## Beneficios

Se estimó para el año 2006, de acuerdo con los datos de la radiación local que la producción anual se elevaría a 8.002 kWh. Según la empresa distribuidora de electricidad fue de 8.226 kWh; a origen esta cifra se eleva a 11.668 kWh, lo que supone 5.138,28 €, sin contar impuestos.

El mantenimiento se estima en 150 €/año, y el tiempo de retorno del capital en 9 años.

La instalación no pudo beneficiarse de subvenciones oficiales. Pero consiguió un premio del Congreso Nacional del Medio Ambiente, lo que supuso el 50 % del coste total; y el otro 50 % fue sufragado por miembros de Ecologistas en Acción que estableció un acuerdo con la comunidad de propietarios.

Mediante esta iniciativa se puso de manifiesto que en edificios de viviendas es posible la generación eléctrica con una razonable expectativa económica, aparte de las ventajas ecológicas.

---

La instalación fotovoltaica ha sido premiada por CONAMA, permitiendo la cofinanciación al 50 % con Ecologistas en Acción

---

### Instalación Solar Fotovoltaica

Nº de módulos	44
Potencia Total	6,16 kWp
Energía Generada	8.002 kWh/año
Emisiones Evitadas	6,6 t CO <sub>2</sub> /año

## 3.2 INSTALACIÓN DE CALDERA DE BIOMASA PARA CALEFACCIÓN



### Calefacción central con caldera de biomasa para 160 viviendas

**Lugar:** Av. Quinta 2-4-6-8-10

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** 2006

#### Participantes:

- Calordom S.L.
- Combustibles Cabello S. L.
- Comunidad de Propietarios

#### Descripción

En la Comunidad de Madrid, en el año 2006, 1000 viviendas de comunidades de vecinos, tienen la calefacción mediante calderas que utilizan como combustible biomasa, tipo hueso de aceituna o similares (cáscara de almendra, pepita de uva, etc.). Se trata de un combustible natural, ecológico y de origen no fósil. Es una fuente de energía inagotable, sin impacto medioambiental, fácilmente almacenable y de bajo coste.

El suministro de dicho biocombustible está adaptado para descargar la biomasa de forma segura, rápida y limpia en el silo de almacenaje.

La duración media de la descarga del biocombustible, en este caso, al silo es de 60-90 minutos.

El consumo de biocombustible para calefacción es aproximadamente de 300 toneladas de hueso de aceituna al año.

Un medidor volumétrico, incorporado en el silo de almacenamiento, avisa cuando la capacidad de combustible almacenado es inferior a 1/3.

El combustible se transporta mediante unos tornillos sinfín flexibles desde el silo hasta las tolvas, compuestos por moto-reductor, espiral, incluyendo boca de entrada y salida.

La combustión para calefacción se realiza en las dos calderas LASIAN HKN 470 de 546 kWh (potencia total 1.093 kWh) fabricadas en España, de tipo atmosféricas con triple paso de humos y recuperador de calor. El biocombustible se inyecta al sistema de aforación para ser combustionado con aire primario y secundario. El rendimiento de este sistema varía entre el 88 % y el 91 %.

La temperatura del agua de circulación para calefacción está regulada por una válvula de tres vías progresiva y una centralita electrónica que permiten el paso del fluido caloportador entre 40 °C y 80 °C dependiendo de la temperatura exterior.

El control de todo el sistema se realiza de forma automática por una centralita que comanda todos los procesos.

Cada 15 días se miden los parámetros de funcionamiento de la instalación (temperaturas, rendimiento y gases).

#### Resultados

El uso de biomasa como biocombustible para producción térmica doméstica, supone el uso de una energía renovable no contaminante y 100 % autosuficiente, es decir, no precisa de ningún otro combustible convencional fósil de apoyo.

En este caso se evita emitir a la atmósfera el CO<sub>2</sub> correspondiente a la quema de 500.000 kg de carbón.

La comunidad de vecinos ha obtenido un ahorro de 30.000 €/año además de un servicio más racional y cómodo. Esta instalación es el resultado de sustitución de un sistema de carbón antiguo y sin repuesto ni garantías. Las opciones convencionales de cambio suelen ser: gas natural, gasóleo, o la finalmente consensuada, la biomasa.

### Beneficios - Impactos positivos

El uso de biomasa como biocombustible para producción térmica doméstica, implica el uso de una energía renovable no contaminante y 100 % autosuficiente. Esta instalación provee de calefacción central a 160 viviendas de 100 m<sup>2</sup>, en los meses de invierno.

Una de las ventajas de utilizar la biomasa como biocombustible térmico doméstico es que el calor, no deja de ser un combustible sólido; por tanto, tiene un calor residual constante y gratuito.

Otras ventajas importantes:

- No entraña riesgo de explosión por sí solo, al no ser inflamable.
- No condiciona un solo proveedor y los precios no están sujetos a conflictos mundiales geopolíticos.
- No contamina.

En este mismo barrio está en proceso la instalación de 2 000 kW para 320 viviendas. Y pasará a ser la instalación de biomasa para calefacción más grande de España.

---

Actualmente es el edificio de la Comunidad de Madrid más grande que utiliza biomasa para el 100 % de sus necesidades térmicas en calefacción.

---



### 3.3

### CENTRO COMERCIAL "EL DELEITE" CON INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA



#### Instalación fotovoltaica de 100,8 kWp en el Centro Comercial "El Deleite"

**Lugar:** Paseo del Deleite s/n

**Municipio:** Aranjuez

**Fecha de puesta en marcha:** Enero 2007

#### Participantes:

- Acciona Solar
- Centro Comercial "El Deleite"

#### Descripción

En la zona sur de la bella población de Aranjuez está situado el moderno centro comercial El Deleite. Dicha galería está edificada junto al hipermercado de la cadena francesa E. Leclerc y ofrece una amplia oferta de ocio y comercio a los habitantes de Aranjuez.

La promotora de dicho centro comercial, Deleite Inversiones S.L., ha apostado plenamente por el respeto y conservación del medio ambiente y, consecuencia de esto, es la instalación de una planta fotovoltaica conectada a red de 100,8 kWp.

La instalación se ha realizado durante los dos meses de verano de 2006, y se encuentra ubicada en la zona sur de la cubierta del centro comercial.

Funciona como una pequeña central de producción de energía eléctrica, que inyecta toda la electricidad producida a la red de baja tensión de la compañía de distribución.

La superficie ocupada es en torno a los 1.800 m<sup>2</sup>.

La central fotovoltaica está formada por 336 módulos de 300 Wp de potencia cada uno, pertenecientes al modelo ASE 300 de Schott Solar.

La subdivisión del campo fotovoltaico de 336 módulos se ha hecho siguiendo el criterio de conseguir la tensión y la potencia adecuada al tipo de inversor trifásico aplicado en este tipo de instalaciones.

Potencia instalada Wp	100.800
Potencia nominal W	80.000
Campo de módulos	336
Serie	12
Paralelo	28

Los módulos fotovoltaicos han sido colocados en lamas, con una inclinación de 30º, sobre la cubierta plana que presenta una orientación sur.

El inversor elegido es el de 80 kW de la marca Ingeteam, modelo Ingecom Sun 80.



La instalación ha sido realizada en su totalidad por Acciona Solar S.A., y puede realizarse el seguimiento y control de la misma gracias a un sistema de monitorización, lo que permite un mayor control del funcionamiento de la instalación y de su mantenimiento en tiempo real.



Este sistema permite visualizar parámetros tan fundamentales como la potencia instantánea, la energía total entregada a red, la radiación solar, la temperatura ambiente y la de los módulos, etc.

## Resultados

Instalación Solar Fotovoltaica	
Nº de módulos	336
Potencia Total	100,8 kWp
Energía Generada	130.450 kWh/año
Emisiones Evitadas	121,3 t CO <sub>2</sub> /año
Nº de arboles equivalentes	10.045

## Beneficios - Impactos positivos

La planta solar instalada producirá anualmente más de 130.450 kWh.

La iniciativa de Deleite Inversiones S.L., de incorporar sistemas de energía solar fotovoltaica en la cubierta de su centro comercial, es una actuación ejemplarizante que sin duda

ayudará a aumentar la concienciación medioambiental de la sociedad. Sirva como ejemplo los 121.319 kg de emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas.

Se ha estimado que los ingresos anuales por producción de electricidad serán de 57.400 €.

La inversión necesaria para la realización de este proyecto ha sido de aproximadamente 0,6 millones de €, de los cuales la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid ha subvencionado un 17 %. El resto ha sido financiado a través de Avalmadrid, S.G.R.

Se ha previsto que el periodo de amortización de la inversión realizada será del orden de 8 años.

---

Inversión de 600.000 €, subvencionado un 17 % por la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid y financiado por AvalMadrid.

---

## 3.4 PRIMERA ESTACIÓN DE BIOETANOL EN MADRID



### Estación de suministro de bioetanol (E 85) para la flota de vehículos del Ayuntamiento de Madrid

**Lugar:** C/ del Arroyo de la Media Legua s/n

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** Noviembre 2006

#### Participantes:

- Ayuntamiento de Madrid
- BLH Explotaciones
- BP Oil España

#### Descripción

Se trata de la primera estación de suministro de combustible E 85 que se realiza en España. La puesta en marcha de dicha instalación, cuyo titular y promotor es el Área de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Madrid, supone un primer paso en la necesaria promoción de los biocombustibles, como alternativa a los combustibles fósiles.

Esta iniciativa se inscribe dentro del Proyecto Europeo BEST (*Bioethanol for Sustainable Transport*), por el que Madrid adquiere el compromiso, junto con otras ciudades y regiones europeas, de poner en marcha medidas concretas encaminadas al empleo del bioetanol como combustible.

El E 85 es un combustible formado por un 85 % de etanol y un 15 % de gasolina sin

plomo. El bioetanol es el etanol de origen vegetal que se obtiene a partir de plantas ricas en azúcares, como cereales, maíz, caña de azúcar, remolacha y excedentes de origen vírico. En España, a pesar de ser el principal productor de bioetanol en Europa, no ha sido empleado como combustible para vehículos al existir inconvenientes como la ausencia de normativas de este tipo de instalaciones, la generalización de los automóviles flexibles (FFV) adaptados a su empleo y la ausencia de una red de distribución adecuada.

El vacío legal existente ha hecho necesario definir un protocolo de actuación que precisó la aprobación de la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid y cuyas fases fueron las siguientes:

1. La determinación de la compatibilidad del E 85 con los materiales de fabricación de la instalación (depósito, bombas, surtidor, tuberías).
2. El comportamiento del E 85 en los procesos que pudieran darse en la instalación, lo que implicó un estudio climático y la determinación de la evolución del E 85 cuando es sometido a condiciones límite de temperatura, presión, etc.
3. La elaboración de un proyecto técnico en el que se hiciera referencia a toda la normativa aplicable a fin de definir exhaustivamente todos los elementos de la instalación y garantizar la seguridad en su utilización.
4. La certificación de la instalación por parte del organismo de control autorizado.

Comprobada la compatibilidad del E 85 con el acero, se eligió un depósito de 30.000 litros de capacidad fabricado en acero y dotado de doble pared. La instalación está dotada de tuberías del mismo material que el depósito, que trascurren de forma aérea. Como aparato surtidor se eligió el modelo LHR de Dresser Wayne Pignone, único modelo en España que cuenta con homologación para su utilización con E 85. De forma análoga se fueron definiendo los restantes elementos de la instalación (electricidad, bomba, tuberías, etc.).

Un factor clave para la ejecución del proyecto fueron los ensayos realizados en los laboratorios del Departamento de Ingeniería Química de la Facultad de Química de la Universidad de Salamanca, y que pasó por la caracterización del combustible y su posterior comparación frente al bioetanol puro, que se almacena de esta manera. Se llevaron a cabo una serie de procedimientos normalizados, volatilidad del E 85 (norma ASTM: D 323-99 a), curva de destilación (norma ASTM D 86-01), así como la consulta de los anales meteorológicos de los últimos 50 años en Madrid, que permitieron verificar que el almacenamiento en superficie no suscita ningún problema de seguridad.



Estos estudios permitieron concluir que el comportamiento del E 85 (85 % volumen de etanol y 15 % volumen de gasolina) es similar al del etanol puro, pudiéndose almacenar en similares condiciones y, por tanto, se determinó la viabilidad del depósito de 30.000 litros de E 85 en superficie teniendo en cuenta la climatología.

El análisis de los resultados permitió elaborar el proyecto, que finalmente fue aprobado por la Comunidad de Madrid y ejecutado por el Ayuntamiento de Madrid, y que entró en funcionamiento en Noviembre de 2006.

## Resultados

Madrid es la primera ciudad española que dispone de una estación de suministro de bioetanol para el abastecimiento de la flota municipal de vehículos flexibles (FFV).

Los estudios realizados y la experiencia adquirida a raíz de su activa participación en el proyecto BEST abren camino a la instalación de otras estaciones de biocarburantes y, en definitiva, el camino hacia una movilidad sostenible.

## Beneficios - Impactos positivos

Las principales ventajas que se derivan del empleo del bioetanol como carburante se resumen en:

- El bioetanol por su origen renovable contribuye a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, favoreciendo la lucha contra el cambio climático y el cumplimiento del Protocolo de Kyoto.
- A escala local contribuye a la mejora de la calidad del aire en las ciudades dado que sus emisiones contaminantes son inferiores a las correspondientes a los combustibles fósiles.
- La producción de bioetanol contribuye al desarrollo rural y a la creación de nuevos puestos de trabajo fundamentalmente en el sector agrícola e industrial.
- Reduce la dependencia energética de los combustibles fósiles y diversifica las fuentes de suministro de combustibles.

## Inversión

La inversión total para la construcción de la instalación ha sido de 69.660 €.



## 3.5 ENERGÍA SOLAR TÉRMICA EN UN POLIDEPORTIVO



### Instalación solar térmica en las instalaciones deportivas de Valdelasfuentes

**Lugar:** Ciudad Deportiva Valdelasfuentes

**Municipio:** Alcobendas

**Fecha de puesta en marcha:** Abril 2006

#### Participantes:

- Ayuntamiento de Alcobendas

#### Descripción

Con el objeto de ahorro en combustibles fósiles y, por ende, un beneficio medioambiental, se hace una instalación térmica solar que ayude en parte al calentamiento del agua caliente sanitaria.



El lugar en donde se ubica es una instalación deportiva de uso público denominada Ciudad Deportiva Valdelasfuentes, cuyo edificio está destinado a uso deportivo, con varios vasos de piscinas, sus equipamientos, zonas de gimnasio y vestuarios.

El subconjunto de captación está formado por 44 colectores modelo VITROSOL 100 W 2,5 fabricados por Viessmann, con un coeficiente de 3,706 W/m<sup>2</sup> °C. Cada colector tiene una superficie útil de 2,5 m<sup>2</sup>, lo que da una superficie total de 110 m<sup>2</sup>.

El subconjunto de almacenamiento son dos depósitos aislados con espuma de poliuretano rígido inyectado y libre de C.F.C. con espesor de 80 mm, con capacidad de 4.000 litros por depósito; en dichos depósitos de inercia, el agua no pasa a consumo sino a un intercambiador denominado TERMODRIVE.



El subconjunto de transferencia, está formado por un intercambiador de placas, con superficie de intercambio de 4,9 m<sup>2</sup> y potencia calorífica de 74.470 kcal/h y un intercambiador-producción con equipo Termodrive con un caudal de 6 m<sup>3</sup>/h y potencia de intercambio de 221,4 kW con bomba modelo UPS 32-80 con variador de velocidad.

El fluido calo-portador, es una mezcla al 33 % de propilenglicol que es biodegradable y no corrosivo, y un 67 % de agua.

Las conducciones son tuberías de cobre en el primario y hierro y polibutileno en el secundario.

El vaso de expansión tiene como finalidad absorber las dilataciones del fluido caloportador.

El aislamiento está realizado en fibra de vidrio con una temperatura de trabajo de hasta 250 °C y protegida con chapa de aluminio de 0,6 mm de espesor.

## Resultados

Instalación Solar Térmica	
Nº de colectores	44
Energía Generada	117.275 kWh/año
Emisiones Evitadas	32,4 t CO <sub>2</sub> /año

## Beneficios - Impactos positivos

Respecto al ahorro energético, si se hubiera tenido que calentar con gas natural, se tendrían que haber empleado 16.619 m<sup>3</sup> y en con-

secuencia, el volumen de CO<sub>2</sub> que se habría producido y emitido a la atmósfera habría sido de 17.892 m<sup>3</sup>; por lo tanto, el peso no emitido a la atmósfera habría sido de 32.472 kg con densidad de CO<sub>2</sub> de 183 kg/m<sup>2</sup>.

La producción anual de la instalación es de 117.275 kWh año; si se considera una media de 9,08 € por kW, supone un ahorro de 10.648,57 €/año.

El plazo de amortización de la instalación sería de 6 años.



## 3.6 ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN LAS INSTALACIONES DE RESIDUOS



### Instalación fotovoltaica en las plantas de residuos de la Comunidad de Madrid

**Lugar:** Plantas de Tratamiento de Residuos

**Municipio:** Pinto, El Molar, Navalcarnero, Arganda del Rey, Villanueva de la Cañada y Nueva Rendija

**Fecha de puesta en marcha:** 2006

#### Participantes:

- Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid
- GEDESMA

#### Descripción

La Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio a través de la empresa pública Gedesa, está instalando paneles fotovoltaicos en las instalaciones de tratamiento de residuos de titularidad autonómica.

Todas las plantas de tratamiento de residuos, tanto urbanos como de construcción y demolición, están siendo dotadas de paneles fotovoltaicos conectados a la red. Las estructuras de la mayoría de las plantas, con amplias superficies en los tejados, permiten colocar paneles sin causar impactos visuales en el entorno. Otras, como es el caso del Complejo de Tratamiento

Integral de RCD de El Molar, aprovechan la superficie cercana del vertedero para instalar paneles heliocéntricos que giran orientándose en función de la posición solar y que consiguen aumentar la eficiencia global al conseguir siempre el punto de máxima irradiación.

Las tres instalaciones ya puestas en marcha convierten la energía que el sol proporciona en energía eléctrica a 220 Vca, que es conectada directamente en la red eléctrica de la compañía distribuidora, sin ningún tipo de acumulador o batería.

Cada sistema fotovoltaico consta de los siguientes elementos:

- Un sistema generador fotovoltaico.
- Un inversor de conexión a la red.
- La estructura soporte.
- Cableado, soportes, contadores y elementos de seguridad.



En un primer paso, se convierte directamente la energía eléctrica en corriente continua. Esto se realiza mediante módulos solares instalados en los tejados de los edificios (generador fotovoltaico).

Posteriormente, a través de un cable RV 0,6/1 kV de cobre, la corriente continua se traslada hasta un inversor que la convertirá en alterna. Del inversor pasa al Centro de Transformación tipo PFU-5 y de éste al punto de enganche definido por la compañía eléctrica con un equipo de medida que contabiliza la energía aportada a la red.

INSTALACIÓN	Potencia Instalada	Puesta en Marcha
Planta de Biometanización y Compostaje de Pinto (Fase I)	100 kWp	2006
Planta de Clasificación de Residuos de Envases de Pinto	100 kWp	2006
Planta de Clasificación de Residuos de Envases de Nueva Rendija	100 kWp	2006
Complejo de Tratamiento Integral de RCD de El Molar (Fase I)	100 kWp	2007
Planta de Clasificación de Residuos de Envases de Colmenar Viejo	180 kWp	2007
Complejo de Tratamiento Integral de RCD de Navalcarnero	500 kWp	2007
Planta de Tratamiento de RCD de Arganda del Rey	500 kWp	2007
Planta de Compostaje de Villanueva de La Cañada	500 kWp	2007
Planta de Biometanización y Compostaje de Pinto (Fase II)	490 kWp	2007
Complejo de Tratamiento Integral de RCD de El Molar (Fase II)	223 kWp	2007
<b>TOTAL</b>	<b>2.793 kWp</b>	

Las instalaciones poseen elementos de protección y corte tales como el interruptor automático de la interconexión, interruptor general, que permite separar la instalación fotovoltaica de la red de la empresa distribuidora.



En las tres Plantas (Clasificación de Pinto y Nueva Rendija y Biometanización y Compostaje de Pinto), los campos de módulos fotovoltaicos se ubican en los tejados con orienta-

ción sur y tienen una inclinación de 30º para una mayor captación solar a lo largo de todo el año.

Los módulos están soportados por una estructura galvanizada, son de la marca Kyocera y presentan una eficiencia de conversión del 17,7 %.

### Beneficios

Estas actuaciones convertirán a la Consejería y a Gedesma en los primeros productores de energía solar fotovoltaica de la Comunidad.

La inversión global es aproximadamente de **16.000.000 €** cofinanciados por **Fondos de Cohesión y FEDER**.

## 3.7 PLAN DE AHORRO ENERGÉTICO EN EDIFICIOS DE MAPFRE



### Estudio Energético en la Sede Social de MAPFRE

**Lugar:** Ctra. de Pozuelo, 52

**Municipio:** Majadahonda

**Fecha de puesta en marcha:** 2006

#### Participantes:

- Departamento de Medio Ambiente de MAPFRE, S.A.
- División de Ingeniería de MAPFRE INMUEBLES (Ingeniero: Jose M<sup>a</sup> García)
- Iñigo Ortiz, Enrique León y Manuel de Lorenzo (Arquitectos)
- Enerbus y Garrigues Medio Ambiente (realización de auditoría energética y Plan de eficiencia energética)

#### Descripción

MAPFRE, conforme a su compromiso con el medio ambiente y el desarrollo sostenible, ha decidido realizar un Plan de Ahorro y Eficiencia Energética para todos sus edificios de oficinas.

El desarrollo de este Plan ha comenzado con la realización de auditorías energéticas en ocho edificios ubicados en la Comunidad de Madrid.

El primero de los edificios auditados ha sido la sede social de MAPFRE, situada en el término municipal de Majadahonda. Esta sede, compuesta por dos edificios, fue diseñada ya en el año 1989 con el fin de maximizar el aprove-

chamiento de la energía, incorporando la mejor tecnología en materia de eficiencia energética disponible en el momento.

En la actualidad, el objetivo de MAPFRE es incrementar la eficiencia energética de su sede social, basándose en las directrices del nuevo Código Técnico de la Edificación, implantando los últimos avances en ahorro energético que se han ido desarrollando en los últimos años.

La sede social de MAPFRE cuenta con 46.050 m<sup>2</sup> de superficie y en ella trabajan 1.540 personas. El complejo está integrado por dos edificios denominados "Majadahonda II" y "Majadahonda III", que disponen de 3 y 4 plantas en superficie respectivamente, además de otras 3 plantas bajo rasante dónde se encuentran los garajes e instalaciones de mantenimiento.

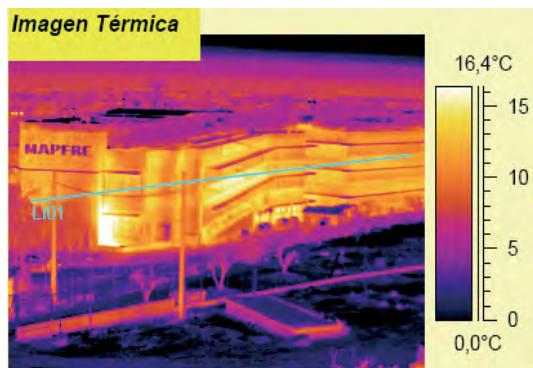
La fachada del edificio dispone de parasoles que controlan la entrada directa de los rayos de sol al interior de las oficinas. Además todas las ventanas de los edificios disponen de filtro de radiación solar. De este modo se reduce el consumo energético en climatización.

En el sistema de climatización se ha implantado el sistema inteligente denominado *freecooling* que permite la utilización del aire exterior para refrigerar en caso de que la temperatura exterior sea inferior a la existente dentro del edificio. Se complementa con recuperadores de calor y frío del aire extraído del interior de los edificios, lo que permite acondicionar el aire de entrada a las oficinas. Este sistema se controla de forma automática mediante un sistema computerizado en función de la temperatura de consigna, de la temperatura de retorno del aire y la del exterior.

Destaca la planta de tricogeneración que permite la generación de energía, calor y frío a partir de gas natural, evitando así las pérdidas de energía derivadas del transporte de electricidad. La instalación funciona desde 1996, y está compuesta por un grupo motogenerador de 750 kW de potencia eléctrica nominal y una máquina frigorífica de 670.000 frig/h. La energía generada abastece el sistema de climatización y proporciona el agua caliente sanitaria de

las instalaciones. Desde su arranque se han generado cerca de 21.000.000 kWh.

Respecto a las medidas relativas al ahorro energético asociado a la iluminación, destaca el empleo de fotocélulas de detección de radiación solar para la iluminación exterior, que permiten el encendido de la misma las horas estrictamente necesarias.



La instalación de perlizadores en los grifos de los aseos para reducir su caudal minimiza tanto el consumo de agua como el de energía empleada para calentarla. Adicionalmente a estas medidas de reducción del consumo de agua, se quiere implantar una planta de reciclado de las aguas residuales de la instalación, que permitirá reutilizar 60 m<sup>3</sup>/día de agua para riego de las zonas ajardinadas. Este proyecto se encuentra actualmente en fase de autorización administrativa.

De forma complementaria a las medidas de ahorro energético ya implantadas, MAPFRE está desarrollando un Plan de Ahorro y Eficiencia Energética basándose en los resultados obtenidos en las auditorías energéticas realizadas en el año 2006.

Entre las medidas, actualmente en fase de estudio, propuestas en el informe de auditoría energética del edificio de Majadahonda, caben destacar las siguientes:

- Regulación de la intensidad luminosa de las lámparas en función de la entrada de luz exterior. La implantación de esta medida permitiría obtener un nivel de iluminación prácticamente constante, evitando el exceso de luz a lo largo del día.

- Sustitución de la reactancia y el cebador de las lámparas fluorescentes por un balasto electrónico. Esta medida ya se encuentra actualmente en fase de implantación.
- Implantación de un sistema de control digital de la iluminación en todo el edificio que permita la regulación de la intensidad de la luz y el control del encendido y apagado de los equipos de iluminación y dispositivos de control (detectores de presencia, fotocélulas, etc.).
- Instalación de detectores de presencia.
- Implantación de un Sistema de Gestión Energético que permita la lectura y registro automático de todos los contadores electrónicos instalados en el interior del edificio.
- Instalación de grifos electrónicos por presencia de manos debajo del grifo, de modo que se consuma estrictamente la cantidad de agua necesaria.

## Estimación de resultados

Ahorro eléctrico anual	1.206.712 kWh
Ahorro de combustible anual	6,24 tep
Ahorro de agua anual	887 m <sup>3</sup>
Ahorro económico anual	96.014 €
Inversión	431.900 €
Periodo de retorno	4,5 años
Ahorro sobre coste total de energía y agua	13,81 %
Reducción de emisiones de CO <sub>2</sub>	520,7 t/año

## Beneficios - Impactos positivos

La implantación de todas las medidas recogidas en el informe de auditoría energética realizado en el edificio de Majadahonda, darían lugar a un ahorro anual de más de 1.200.000 kWh de energía eléctrica, así como de 6,24 tep de combustible y 887 m<sup>3</sup> de agua.

La inversión necesaria para la realización de la auditoría energética en la sede social de MAPFRE ha sido de 13.913 €, de los cuales la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid ha subvencionado 4.174 €.

## 3.8 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN CUBIERTA DE NAVE INDUSTRIAL



### Instalación solar fotovoltaica en la cubierta de una nave industrial

**Lugar:** Vallecas

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** 2/03/2006

#### Participantes:

- Putzmeister Ibérica
- WINTUS IBERICA
- SUMSOL

#### Descripción

Putzmeister Ibérica, filial de la multinacional alemana Putzmeister AG, dedicada a la producción, venta, distribución y servicio técnico y de postventa de maquinaria y equipo de alta tecnología para la construcción, ha seguido los pasos de su casa matriz en Stuttgart y ha implantado una instalación de energía solar fotovoltaica de 90 kW de potencia nominal para su conexión a la red eléctrica de distribución.

Los objetivos de esta iniciativa son una clara apuesta por las energías renovables. Con este tipo de acciones Putzmeister Ibérica intenta ayudar al cumplimiento del Protocolo de Kyoto y como resultado directo del uso de este sistema se dejarán de emitir a la atmósfera más de 77.000 kg de CO<sub>2</sub> anualmente a la vez que será un agente impulsor para que más empresas de su entorno decidan acometer este tipo de proyectos.

El sistema está compuesto por 612 módulos fotovoltaicos de la marca Isofotón modelo I-159 que tiene una potencia nominal de 159 Wp (+/- 5 %), de dimensiones 1.310 mm x 969 mm x 39,5 mm y un peso de 17,4 kg.



Respecto a los convertidores, se ha optado por la utilización de 18 convertidores de 5 kW, de la marca Ingeteam, modelo Ingecon Sun 5. Aunque se puede suponer que la utilización de un único convertidor hubiese resultado en una mejora en la eficiencia ya que el rendimiento máximo del convertidor de 5 kW es del 94 % mientras que el convertidor de 100 kW tiene un rendimiento máximo del 96 %, esta suposición resulta errónea ya que la disminución del rendimiento ocasionada por los convertidores es subsanada por un seguimiento del punto de máxima potencia mucho más eficaz de cada uno de los convertidores individuales de 5 kW ya que sólo tienen que controlar dos subcampos solares en vez de los 36 que hubiese tenido que controlar hipotéticamente un solo convertidor de 100 kW.



De este modo se obtiene un rendimiento global mayor y mejor fiabilidad del sistema. Cada convertidor tiene una potencia nominal de salida de 5.000 W, un consumo en operación menor de 10 W y tiene conectado dos subcampos solares en paralelo de 17 módulos en serie cada uno.

Un beneficio adicional es que estos convertidores pueden ser instalados a la intemperie y de una forma mucho más simple. Los convertidores, al contar con un grado de protección IP 54, han sido instalados directamente a la intemperie adosados a uno de los muros laterales de una de las naves y provistos de una rejilla de ventilación para evitar el calentamiento de los convertidores.

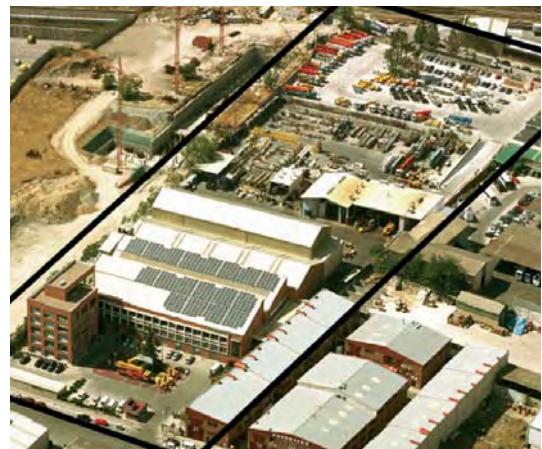
Los convertidores instalados permiten la toma de datos de la instalación fotovoltaica y al estar conectada a un módem GSM, se pueda acceder a los datos desde cualquier ordenador. Con este sistema se obtendrán datos del rendimiento en tiempo real. Adicionalmente se incluyó una alarma en caso de mal funcionamiento de cualquiera de los elementos de la instalación para facilitar el mantenimiento de la instalación y minimizar las hipotéticas pérdidas de producción del sistema.



El campo solar ha sido colocado en las cubiertas de dos de las cuatro naves que existen, ya que poseen una inclinación y una orientación óptima (con una desviación respecto al Sur < 5°) para conseguir un máximo aprovechamiento de la radiación solar durante todo el año.

La distribución de los módulos no es igual para cada una de las cubiertas ya que se ha tenido en cuenta un estudio de sombras.

Los módulos fotovoltaicos están fijados a la cubierta por una estructura especial de perfilados de aluminio. De esta forma se ha reducido la carga que debe soportar la cubierta sin afectar sus características iniciales de diseño ni las de la propia nave.



## Resultados

Instalación Solar Fotovoltaica	
Nº de módulos	612
Potencia Total	97,3 kWp
Energía Generada	138.987 kWh/año
Emisiones Evitadas	77,1 t CO <sub>2</sub> /año

El campo solar recibe una radiación estimada de 1.747 kWh/m<sup>2</sup> lo que debe entregar un rendimiento energético anual de 138.987 kWh/año, que serán inyectados a la red eléctrica de distribución.

Esta producción energética, realizada por medio del sistema de energía solar fotovoltaica ocasionará que se dejen de emitir anualmente al medio ambiente las cantidades de contaminantes: 77.123 kg CO<sub>2</sub>, 171 kg SO<sub>2</sub> y 215 kg NO<sub>x</sub>.

De esta forma quedará cubierto el objetivo de Putzmeister Ibérica en cuanto a la reducción de emisiones contaminantes.

La inversión ha sido de 575.731,20 € y se espera un periodo de retorno de 8 a 10 años.

Putzmeister Ibérica ha recibido el Premio Euro-solar 2007 a la mejor Instalación sobre cubierta industrial.

### 3.9

### CALDERA DE BIOMASA PARA AGUA CALIENTE Y CALEFACCIÓN



#### Calefacción y agua caliente sanitaria con caldera de biomasa en viviendas

**Lugar:** Paseo de la Habana, 12

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** 2005

#### Participantes:

- Calordom S.L.
- Combustibles Cabello S. L.
- Comunidad de Propietarios

#### Descripción

La empresa Calordom, S.L. realiza la instalación, puesta en marcha y mantenimiento de estas instalaciones y la empresa Combustibles Cabello provee el combustible.

La caldera utiliza como combustible biomasa, tipo hueso de aceituna o similares (cáscara de almendra, pepita de uva, etc.). Se trata de un combustible natural, ecológico y de origen no fósil. Es una fuente de energía inagotable, sin impacto medioambiental, fácilmente almacenable y de bajo coste.

El suministro de dicho biocombustible está adaptado para descargar la biomasa de forma

segura, rápida y limpia en el silo de almacenaje. La duración media de la descarga del biocombustible al silo es de 30-45 minutos.

En la instalación existe un medidor volumétrico acoplado en el silo de almacenamiento, de forma que avisa cuando la capacidad de combustible almacenado es inferior a 1/3.

El combustible se transporta mediante un tornillo sinfín rígido desde el silo hasta la tolva, compuesta por motoreductor, tubo espiral, incluyendo boca de entrada y salida.



La combustión para calefacción se realiza en una caldera LASIAN HKN 400 de 465 kW, fabricada en España. Es una caldera de tipo atmosférico de triple paso de humos, donde el biocombustible es inyectado a un sistema de aforación para ser combustionado con el comburente primario y secundario.

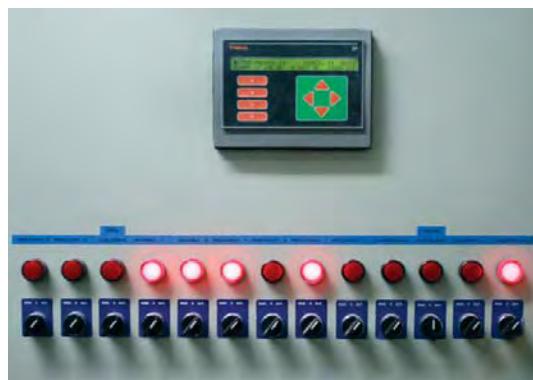
El rendimiento de este sistema varía entre el 86 % y el 91 %. La temperatura del agua de circulación para calefacción está regulada por una válvula de tres vías progresiva y una centralita electrónica que permiten el paso del fluido caloportador entre 40 °C y 80 °C dependiendo de la temperatura exterior.

La combustión para agua caliente sanitaria se realiza en una caldera CALORDOM-CTPAS CS-80 de 93 kWh.

Esta caldera es de tipo atmosférica de triple paso de humos, donde el biocombustible es inyectado a un sistema de aforación para ser combustionado con el comburente primario y secundario. El rendimiento de este sistema varía entre el 88 % y el 92 %.

El agua caliente producida se impulsa mediante un primario para producir agua caliente sanitaria, A.C.S. El A.C.S. pasa por dos interacumuladores de 1.500 litros y proporcionan el agua una temperatura constante de 60 °C.

El control de todo el sistema se realiza de forma automática por una centralita que comanda todos los procesos.



Mensualmente se realiza una medición de los parámetros de funcionamiento de la instalación (temperaturas, rendimiento y gases).

Tipo de Combustible	Hueso de Aceituna
PCI	4.500 kcal/h
Características	Inocuo e Inodoro
Origen	Sur Ibérico

## Resultados

El consumo de biocombustible es aproximadamente de 110 toneladas de hueso de aceituna al año para calefacción para los meses de invierno y el agua caliente sanitaria durante todo el año.

El uso de biomasa como biocombustible para producción térmica doméstica, supone el uso de una energía renovable no contaminante y 100 % autosuficiente, es decir, no precisa de ningún otro combustible convencional fósil de apoyo.

En este caso en particular se deja de emitir a la atmósfera el CO<sub>2</sub> equivalente a la quema de 85.000 kg de carbón.

## Beneficios - Impactos positivos

En conjunto esta instalación proporciona calefacción central a 18 viviendas de 250 m<sup>2</sup> durante los meses de invierno sin recurrir a otros combustibles y agua caliente sanitaria a los usuarios durante todo el año.

En el aspecto económico ha supuesto a la comunidad de vecinos un ahorro de 12.000 € anuales, con un servicio más racional y cómodo. Así mismo contaban con un sistema de carbón antiguo y sin repuesto ni garantías, con lo que la modificación de la sala de calderas era imperiosa. Las opciones para dicho cambio suelen ser: gas natural, gasóleo, o la biomasa.

Además, una de las ventajas de utilizar la biomasa como biocombustible térmico doméstico es que el calor, no deja de ser un combustible sólido y con lo cual existe un calor residual constante y gratuito.

Por otro lado:

- No entraña riesgo de explosión por sí solo, al no ser inflamable.
- No condiciona un solo proveedor.
- No contamina.
- Se trata de un producto inagotable y de carácter nacional.
- Los precios no están sujetos a conflictos mundiales geo-políticos, por lo cual se hacen muy estables.

---

Calordom, S.L. ha resultado galardonada en los Premios de Medio Ambiente 2004 de la Comunidad de Madrid.

---

## 3.10 LA VAGUADA SE SUMA A LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA



### Instalación de energía solar fotovoltaica en el Centro Comercial Madrid-2 La Vaguada

**Lugar:** C/ Monforte de Lemos, 36

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** Abril 2007

#### Participantes:

- Centro Comercial Madrid-2 La Vaguada
- OpciónDos

#### Descripción

El centro comercial La Vaguada cuenta con una instalación fotovoltaica de 100.388 Wp conectada a red, teniendo la peculiaridad de utilizar 10.148 Wp de vidrio fotovoltaico, integrado arquitectónicamente en zonas acristaladas del centro comercial. Además, un sistema de monitorización unido a unas pantallas distribuidas en el centro comercial proporcionan informaciones del sistema instalado y de carácter didáctico acerca de la energía solar.

La instalación consta de tres campos fotovoltaicos, el campo nº 1 sobre la cubierta del centro comercial, el campo nº 2 sobre unas pirámides acristaladas de los accesos interiores del centro comercial y el campo nº 3 se ubica en la marquesina de la entrada principal del centro comercial (calle Monforte de Lemos, 36).

El campo nº 1 consta de 384 módulos fotovoltaicos y 16 inversores. Cada inversor se encuentra conectado a 24 módulos, configurados en 2 ramas en paralelo con 12 paneles en cada rama. Los inversores son de 5 kW de potencia nominal y cada módulo tiene una potencia nominal de 235 Wp, siendo la potencia total de la generación de 90.240 Wp. Los módulos son marca AIMEX M-235. Todos ellos están orientados al Sur con una inclinación de 25º respecto de la horizontal, en hiladas espaciadas, según los requerimientos técnicos del IDAE.



Campo Fotovoltaico nº 1

El campo nº 2 tiene 52 módulos de vidrio fotovoltaico y 1 inversor. Al inversor se conectan los 52 módulos, que se encuentran configurados en 2 ramas en paralelo con 26 paneles en cada rama. El inversor es de 5 kW de potencia nominal y cada módulo tiene una potencia nominal de 95 Wp, siendo la potencia total de la instalación de 4,94 kWp. Los módulos son marca Ert-glass VSG "Standard" de Ertex-Solar.



Campo nº 2

El campo nº 3 está formado por 24 módulos de vidrio fotovoltaico y un inversor. El inversor está conectado a los 24 módulos, configurados en 2 ramas en paralelo de 12 paneles en cada rama. El inversor es de 5 kW de potencia nominal y cada módulo tiene una potencia nominal de 217 Wp, siendo la potencia total de la instalación de 5,208 kWp. Los módulos son marca Ertglass VSG de Ertex-Solar.

Se han utilizado inversores en todos los campos de inyección a red SMA Sunny Mini Central 5000 A, de 5000 W de potencia nominal. Dichos inversores incorporan circuitos que monitorizan y controlan las prestaciones del sistema fotovoltaico de forma completamente automática.

Los módulos fotovoltaicos pertenecientes al campo nº 1, se han colocado sobre estructuras fabricados 100 % con plástico reciclado, sin cloro (HDPE), de alta resistencia, larga vida y sin necesidad de realizar perforaciones en la cubierta. Están orientados al Sur e inclinados 25º respecto de la horizontal, formando hileras espaciadas cada una respecto de la anterior según los requerimientos técnicos del pliego de condiciones del IDAE para que no se produzcan sombras y garantizando como mínimo 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno.

## Resultados

Instalación Solar Fotovoltaica	
Nº de módulos	384
Nº vidrios Fotovoltaicos	76
Superficie	752 m <sup>2</sup>
Modelo de los Módulos	AIMEX M235
Modelo de los Vidrios	Ertglass VSG
Potencia Total	100.388 Wp
Energía Generada	141.044 kWh/año

## Beneficios - Impactos positivos

La utilización de sistemas fotovoltaicos en zonas transitables, así como la utilización de pantallas con información didáctica sobre la energía solar, hacen que los 25 millones de

visitantes que tiene el centro comercial al año puedan recibir información y ver cómo funciona la energía solar fotovoltaica.

Los centros comerciales son grandes consumidores energéticos; así, esta instalación permite liderar una serie de acciones destinadas a reducir la huella energética del centro comercial y cuidar así el medio ambiente.



Campo nº 3

La instalación solar fotovoltaica, supone una disminución de contaminantes emitidos a la atmósfera debido a la obtención de energía por medio de energías alternativas y limpias como la energía solar. La instalación evita la emisión de 141,045 toneladas de CO<sub>2</sub> y 1410,45 kg de SO<sub>2</sub> anuales, que ayuda al cuidado del medio ambiente.



Para la realización de este proyecto ha sido necesaria una inversión de 656.000 €, de los cuales 200.000 € han sido aportados por la Comunidad de Madrid.

Se estima que en un periodo de 12 años se amortizará la inversión.

La Comunidad de Madrid ha subvencionado el 30,5 % de la inversión necesaria.

## 3.11 FACHADA SOLAR FOTOVOLTAICA EN EL COMPLEJO SOCIO-SANITARIO DEL PROYECTO ALZHEIMER DE LA FUNDACIÓN REINA SOFÍA



### Complejo Socio-Sanitario del Proyecto Alzheimer de la Fundación Reina Sofía

**Lugar:** Vallecas

**Municipio:** Madrid

#### **Fecha de puesta en marcha:**

Inauguración 8 de Marzo 2007

#### **Participantes:**

- Fundación Reina Sofía
- Abasol, S.L

#### **Descripción**

El edificio de Investigación del Proyecto Alzheimer tiene lamas fotovoltaicas en la estructura envolvente del edificio, aunando protección frente a la radiación solar y generación fotovoltaica, en un claro ejemplo de integración arquitectónica y apuesta por las energías renovables, en una instalación ejecutada por Abasol Grupo.

El Proyecto está auspiciado por la Fundación Reina Sofía, que aúna los esfuerzos de la Administración (local, autonómica y central), otros organismos, profesionales sanitarios especializados y asociaciones y patrocinadores. El proyecto Alzheimer intenta hacer frente a las consecuencias que la enfermedad de Alzheimer ocasiona tanto en quienes la padecen como en su entorno familiar.

Este Centro, de referencia nacional, cuenta con una Residencia para enfermos en régimen de internado, un Centro de Día para atención ambulatoria y sendos Centros de Formación e Investigación.

El complejo se levanta sobre una parcela de 18.500 m<sup>2</sup>, en el nuevo PAU de Vallecas, en Madrid. Todos los edificios del complejo se han proyectado y construido con los más elevados estándares de arquitectura bioclimática y utilización de energías renovables.

En el edificio de Investigación, con la mayor altura del conjunto y, por tanto, con un valor representativo considerable, se ha desarrollado una fachada con una segunda piel envolvente de lamas, en las fachadas sureste, suroeste y noroeste del edificio. Las lamas de las dos primeras, contienen células fotovoltaicas y la tercera, cuya orientación no es útil para la producción de energía, está formada por lamas con serigrafía de imitación de las células para mantener la homogeneidad del conjunto.



Los módulos fotovoltaicos constituirán las lamas de un sistema de protección ante la radiación solar, dispuesto en la fachada del edificio. Formando una segunda piel y separa-

das 80 cm de la fachada, se dispone una estructura de aluminio que soportará las lamas de vidrio.

Unos montantes verticales en perfil de aluminio, constituyen el soporte de las pinzas de fijación de las lamas, que se disponen con una inclinación de 60º y una separación de 45 cm entre cada una de las 25 filas del conjunto.

Tanto los materiales de la estructura soporte en aluminio, como las lamas fotovoltaicas y ornamentales han sido suministradas por Schüco Internacional, en una fabricación especial para esta aplicación.

El campo solar está formado por 400 lamas fotovoltaicas, en un montaje conocido como de tipo *glass-glass*, en el que las células solares se encapsulan entre dos láminas de cristal templado.



Las lamas tienen diferentes características tanto morfológicas como eléctricas, para adaptarse a las condiciones de la fachada. Así, tienen formas rectangular y trapezoidal y, en este último caso, distintas formas, para poder formar adecuadamente las esquinas.

Las células solares se disponen en dos filas por lama, y en un número variable. Resulta así un conjunto de diferentes potencias pico 51,8 Wp,

39,8 Wp y 43,8 Wp según las distintas configuraciones de las lamas. La potencia total de la fachada es de 19.920 Wp.

Con el objeto de minimizar el efecto del sombreado, que por la inclinación de 60º con que se colocan las lamas en la fachada, se producirá en determinadas épocas del año, Abasol especificó que, en la fabricación, se realizará la conexión eléctrica entre células, formando una serie eléctrica independiente en cada una de las dos filas de la lama.

Con todo ello, resulta una configuración eléctrica de cierta complejidad, en la que la combinación de las diferentes orientaciones de cada una de las fachadas, el número variable de células en cada una de los tipos de lama y el potencial sombreado de la serie superior de cada una de las lamas, dan lugar a un elevado número de ramas, con diferentes niveles de insolación y de corriente, que deben necesariamente llevarse a inversores de pequeño tamaño que permitan diferenciar cada una de las series.

La configuración de inversores que se propone, recoge las 19 ramas del sistema, en un conjunto formado por 2 unidades de 5 kW, 2 de 1,3 kW, una de 2,5 kW y otra de 1,8 kW, para un total de 16,9 kW nominales.

El sistema está monitorizado y muestra la potencia puntual de la instalación, la energía producida acumulada y las emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas.

---

El coste de la inversión de la instalación de paneles fotovoltaicos es de 226.532,19 €

---



## 3.12 TELEFÓNICA, MADRID-SOLAR E IBERDROLA PROMOCIONAN LA MAYOR INSTALACIÓN SOBRE CUBIERTA



### Parque solar fotovoltaico

**Lugar:** Edificio de Telefónica, Distrito C, PAU de las Tablas

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** 2006-2007

#### Participantes:

- Telefónica
- Iberdrola

#### Descripción

El mayor parque de energía solar de Europa y uno de los mayores del mundo sobre cubierta se ha instalado en la nueva sede de Telefónica en Madrid.

Esta gran instalación fotovoltaica tiene como socio tecnológico a la empresa eléctrica Iberdrola que ha realizado la ingeniería y construcción de la planta a través de Iberdrola Ingeniería y Construcción (Iberinco).

El acuerdo entre Telefónica e Iberdrola se formalizó en un acto que estuvo presidido por el Ministro de Industria y contó con la presencia de los presidentes de las dos compañías, así como del Director General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid y del Director General de Sostenibilidad y Agenda 21 del Ayuntamiento de la capital.

El acuerdo y la entrega de los primeros paneles solares tuvieron lugar en Julio de 2005, y a lo largo del cuarto trimestre de 2006 y el primer trimestre de 2007 se están poniendo en marcha las cinco fases de que consta el proyecto global.

El complejo ubicado en el Distrito C, situado en el PAU de las Tablas, al norte de Madrid, es la nueva sede operativa de Telefónica.

Se trata de un nuevo concepto de parque empresarial concebido bajo el concepto de "campus"; un espacio abierto, cuyos servicios son compartidos con los habitantes del entorno.

El complejo ha sido diseñado de acuerdo con innovadores conceptos de espacios tanto interiores como exteriores, de forma que Telefónica pueda implantar nuevas fórmulas de trabajo que permitan avanzar en el proyecto de transformación y modernización.

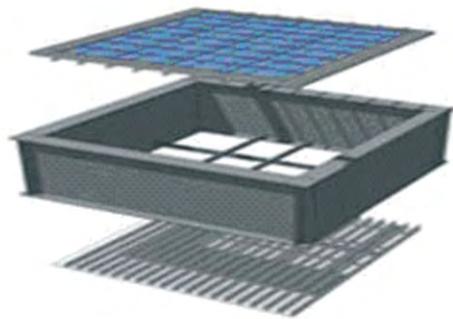
Esta iniciativa forma parte del compromiso de las empresas Telefónica e Iberdrola con el medio ambiente y el desarrollo sostenible. En este caso se plasma en la apuesta por el uso de las energías renovables y en un óptimo aprovechamiento de los recursos naturales.

El parque se ha dotado con más de 16.400 paneles solares fotovoltaicos de silicio cristalino de 175 Wp cada uno, con una eficiencia de conversión solar del 13,5 %.

Los paneles se sitúan sobre la marquesina que recorre todo el complejo de oficinas por encima de la cubierta de los edificios. Con más de un kilómetro de longitud, la marquesina tiene una superficie de más de 57.000 m<sup>2</sup>, de los cuales 21.000 estarán ocupados por paneles solares.

La potencia instalada es de aproximadamente 3 MWp, que generarán 3,8 GWh al año y los paneles fotovoltaicos han sido fabricados por Sharp.

Con el fin de adecuar la instalación de los paneles al calendario de construcción del complejo, el proyecto solar se ha estructurado en cuatro fases de aproximadamente 3.500 paneles por fase, más una quinta fase, correspondiente a la parte del proyecto que se sitúa en la marquesina sobre el edificio corporativo, de aproximadamente 2.700 paneles. La primera fase se puso en marcha a finales de 2006, y la quinta y última se prevé que finalice en marzo de 2007.



La energía eléctrica que genere el parque será vendida a Iberdrola, que la incorporará a su red de distribución. Los ingresos que produzca el proyecto para Telefónica equivaldrán a una parte importante de la cantidad a pagar por el consumo eléctrico global de Distrito C.

Con este proyecto, Iberdrola da un paso más en su estrategia de afianzarse como un referente en el área de las energías renovables (minihidráulica, eólica, solar, biomasa, energías de las olas, etc.), así como de liderar las iniciativas de I+D en el sector eléctrico.

## Resultados

Instalación Solar Fotovoltaica	
Inversión Total	21 millones de €
Nº de módulos	16.422
Potencia Total	2.874 kWp
Energía Generada	3,8 GWh/año
Emisiones Evitadas	1,4 a 3,8 miles tCO <sub>2</sub> /año

## Beneficios - Impactos positivos

La marquesina solar supone el hito final de un proyecto que ha sido concebido desde sus orígenes bajo el concepto de arquitectura sostenible, entendiendo como tal una arquitectura que permita reducir las emisiones a la atmósfera de CO<sub>2</sub>, el principal causante del denominado efecto invernadero.



La generación de 3,8 GWh anuales mediante el nuevo parque solar disminuirá el uso de combustibles fósiles y evitará la emisión a la atmósfera de unas 3.800 toneladas de CO<sub>2</sub> si la energía se generase en una central térmica de carbón, o unas 1.400 toneladas de CO<sub>2</sub> si se generase en una central de gas de ciclo combinado.

---

La inversión del proyecto es de 21,8 millones de euros.

---

## 3.13 SUSTITUTOS RENOVABLES DEL PETRÓLEO



### Cultivos que producen Energía

**Lugar:** Finca "El Encín" del IMIDRA

**Municipio:** Alcalá de Henares

**Fecha de puesta en marcha:** 1998

#### Participantes:

- Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (Consejería de Economía e Innovación Tecnológica)

#### Descripción

La Agroenergética es una nueva tecnología sobre la que se trabaja en el Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario (IMIDRA). Los trabajos de investigación se centran en distintos cultivos y en su evaluación técnica, productiva y económica para la obtención de distintos tipos de biocombustibles.

#### Producción de fuel sólido

*Cynara cardunculus L* es un cardo, material ligno-celulósico de la familia de la alcachofa que puede permanecer en cultivo 16 años y tiene una gran resistencia al frío. La producción, en secanos de calidad y lluvias de 450 l/m<sup>2</sup>, puede ascender a 17 t de biomasa por hectárea.

La biomasa de esta planta está compuesta por un 9 % de semillas, un 7 % de vilanos y pelos

florales, un 25 % de corteza de tallos y un 59 % de un producto apto para producir energía de forma directa. Las semillas, a su vez, contienen un 25 % de aceite, los vilanos y pelos florales están compuestos de una celulosa de alta calidad, la corteza de tallos posee una celulosa mejor que la procedente del eucalipto y el resto de la biomasa produce 3.400 kcal por kg de materia seca.



*Cynara Cardunculus L.*



Detalle

*Arundo donax*: son las cañas habituales en las acequias de los campos y su masa lignocelulósica es apta para quemar. La producción máxima puede ser del orden de las 25 t/ha.



*Arundo donax*

Se pueden cultivar en terrenos marginales por su salinidad o posibilidad de encharcamiento, o en lugares con heladas tardías y tanto en secano como en regadío marginal.

*Ulmus pumila* es el olmo siberiano. Se puede cultivar prácticamente en todos los terrenos y puede llegar a producir 14 t/ha de madera para quemar o para la producción de pellets.

#### Materia vegetal para biodiesel

*Sinapis alba* o *Brasica carinata* son plantas de la familia de la colza que no deben cultivarse

más de 4 años. Se puede cultivar en terrenos agrícolas de calidad, obteniéndose producciones de 2.500 kg/ha en secano y de 5.000 kg/ha en regadío. Se recoge con cosechadora de cereales y se aprovecha su semilla que tiene un contenido en aceite del orden de 50 % y una torta de alto contenido en proteína.



*Ulmus pumila*



*Sinapis alba o Brassica carinata*

*Helianthus annuus*. Se trata del tan conocido girasol de cultivo habitual. Se aprovecha su semilla que tiene un 50 % de contenido en aceite y una torta de alto contenido en proteína. En secano se puede llegar a recolectar 1,5 t/ha; y en regadío 4 t/ha.

### Producción para bioalcohol

*Sorgum bicolor* es una variedad de sorgo llamada sorgo dulce que hasta ahora se ha usado como forrajero. Es un cultivo muy resistente a sequías e inundaciones y a suelos salino-alcalinos; además, tiene una gran capacidad de adaptación. Sin embargo, es poco resistente al frío y heladas tardías.

El potencial del sorgo azucarado como cultivo para obtener energía es muy alto, ya que produce hasta 7.000 litros de alcohol etílico por hectárea y año.



*Sorgum bicolor*

*Helianthus tuberosum*. La pataca o tupinambur es una planta espectacular con un porte que puede llegar a los 4 metros y una gran densidad.



*Helianthus tuberosum*

Puede cultivarse en terrenos de regadío y tiene una producción que puede llegar a las 30 t/ha de producto seco. Los tubérculos poseen un alto contenido en azúcar, inulina, del orden del 20 %, lo que supone un potencial de 7.000 litros de alcohol por hectárea.

	Coste (€/ha)	Coste (€/tm)
Amortización implantación. 5 cosechas por año.	124,2	8,28
Costes cultivo	579	38,60
<b>Costes Totales</b>	<b>703,2</b>	<b>46,88</b>

Datos referidos a *Cynara cardunculus* L.

## 3.14 CONSEJERÍA DE EMPLEO Y MUJER CON INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA



### Instalación Solar Fotovoltaica en la Consejería de Empleo y Mujer de la Comunidad de Madrid

**Lugar:** Consejería de Empleo y Mujer de la Comunidad de Madrid; C/ Santa Hortensia nº 30

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** 2007

#### Participantes:

- Consejería de Empleo y Mujer de la Comunidad de Madrid

#### Descripción

La Consejería de Empleo y Mujer de la Comunidad de Madrid, concienciada con la protección del medio ambiente, pretende colaborar en la producción de energía eléctrica por medio de energías renovables para lo que ha emplazado una instalación solar fotovoltaica de conexión a la red eléctrica.

La instalación solar fotovoltaica tiene una potencia nominal de 20 kW. La instalación se compone de un sistema generador fotovoltaico, un inversor de conexión a red, una estructura soporte, cableado, soportes auxiliares, contadores y elementos de seguridad.

El generador fotovoltaico se encuentra instalado en un 25 % en la azotea que tiene el edificio a nivel de planta 2<sup>a</sup> según se refleja en la primera foto y el 75 % restante en la cubierta del edificio, fotos 2 y 3.



*Módulos fotovoltaicos instalados en la cubierta.*



*Módulos fotovoltaicos instalados en la cubierta.*

Para la instalación de los paneles solares ha sido necesario ejecutar una estructura metálica porticada sobre la que se ha colocado un tramex con el objeto de conseguir una superficie horizontal en la que se han colocado y anclado las estructuras auxiliares que sirven de soporte a los módulos fotovoltaicos, Foto 4.



*Módulos fotovoltaicos anclados sobre tramex en la cubierta.*

El campo de módulos fotovoltaicos está constituido por un total de 144 unidades en series de 12 elementos, con una potencia unitaria cada módulo de 170 Wp. El conjunto de módulos fotovoltaicos supone una potencia total de 24,48 kWp.

Los módulos están fabricados en silicio policristalino de alta eficiencia con un marco perimetral metálico de aluminio conectado a la red de tierras, teniendo una dimensión cada módulo de 1580 mm x 808 mm. Todas las series están conectadas en paralelo al inversor, lo que conlleva una tensión máxima de entrada al inversor de 420 Vcc.

Todos los módulos que integran el generador fotovoltaico están orientados con el fin de conseguir el mayor aporte solar posible, por lo que se han ubicado con una orientación Sur y una inclinación de 30º respecto a la horizontal mediante una estructura auxiliar galvanizada que protege de la corrosión. Los topes de sujeción de los módulos y las propias estructuras auxiliares se han dispuesto de manera tal que no arrojan sombra sobre los módulos.

Se ha considerado un inversor senoidal de conexión a red trifásica de alta eficiencia modelo Soleil de 25 kWp de la marca Atersa y de potencia nominal 20 kW. Este inversor está dotado de un panel de control que consta de teclado y display de LCD alfanumérico que permite visualizar información de los parámetros de la instalación.



Display LCD con indicación de parámetros del inversor.

El sistema de protecciones que forma parte de la instalación cuenta con un interruptor general, un interruptor automático diferencial, interruptor automático de la interconexión y de las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia y de máxima y mínima tensión y que están integrados en el inversor, así como de un interruptor de corte CC que permite aislar el inversor de los generadores fotovoltaicos en corriente continua.

## Resultados

De la instalación solar fotovoltaica instalada se obtienen unos resultados que se relacionan a continuación:

Instalación Solar Fotovoltaica	
Nº de módulos	144
Potencia Total	24,48 kWp
Superficie de captación	183,83 m <sup>2</sup>
Potencia nominal inversor	20 kW
Producción estimada	29.506 kWh/año

## Beneficios - Impactos positivos

El principal fin que se busca con la instalación solar fotovoltaica de referencia es el de promover y participar en la protección del medio ambiente generando una energía eléctrica por medio de energías renovables, siendo el primer edificio de la Administración Autonómica que por medio de la Consejería de Empleo y Mujer, acomete este tipo de instalación.

## Inversión

La instalación solar fotovoltaica que se ha ejecutado ha supuesto una inversión total de 193.579,64 €, IVA incluido, que han sido costeados íntegramente por la Consejería de Empleo y Mujer de la Comunidad de Madrid.

## 3.15 COCHERAS DE LA EMT CON CUBIERTAS SOLARES



**Instalación solar térmica para agua caliente y calefacción y solar fotovoltaica de 108 kWp en el Nuevo Complejo en Carabanchel de la Empresa Municipal de Transportes de Madrid**

**Lugar:** Avenida de los Poblados, 118

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** Agosto 2006

### **Participantes:**

- Empresa Municipal de Transportes de Madrid
- Acciona Solar

### **Descripción**

En septiembre de 2006, la EMT de Madrid inauguró el nuevo Complejo en Carabanchel sito en la Avenida de los Poblados nº 118, que cuenta con 65.468 m<sup>2</sup> de superficie y sustituye al antiguo Depósito de Buenavista.

Adicionalmente, se han trasladado a las nuevas dependencias algunas de las instalaciones del Complejo de Fuencarral. Con su construcción, la EMT pretende ofrecer a sus usuarios un servicio eficaz y moderno, y ello desarrollando su actividad de una manera cada vez más comprometida y responsable con el medio ambiente.

La EMT dispone de una de las flotas de autobuses más ecológica de Europa y, siguiendo con su política de desarrollo sostenible, ha dotado a las nuevas instalaciones de dos tipos de instalaciones de energía solar.

La primera es térmica, y sirve para producir el agua caliente sanitaria y de calefacción, y la segunda es fotovoltaica y permite la obtención de electricidad directamente a partir de la radiación solar.

Estos tipos de producción energética, al ser de origen renovable, contribuyen al ahorro de emisiones contaminantes, por lo que representan una fórmula energética más respetuosa con el medio ambiente que las energías convencionales obtenidas de combustibles fósiles.

La instalación solar fotovoltaica dispone de 108 kWp de potencia instalada y 100 kW de potencia nominal y se encuentra conectada a la red de distribución, inyectando a la misma toda la energía eléctrica producida. Está formada por 720 módulos de 150 Wp cada uno, fabricados por Isofotón, que ocupan una superficie aproximada de 1.500 m<sup>2</sup>. La vida útil estimada es mayor de 35 años.

El diseño, construcción y puesta en marcha de la instalación solar fotovoltaica ha sido realizada por ACCIONA SOLAR, S.A.

Los módulos se encuentran colocados en lamas sobre la cubierta Norte y Este, con orientación sur y una inclinación de 30º sobre la horizontal, para de esta forma optimizar la integración en el entorno y el aprovechamiento del espacio disponible.



Los módulos están unidos en series que luego se conectan en paralelo. La subdivisión del campo fotovoltaico se ha hecho siguiendo el criterio de conseguir la tensión y potencia adecuada al inversor trifásico al que se conectan.

En este caso está compuesto por 24 racimos de 30 paneles conectados en serie. Por ello cada racimo tiene una tensión de 520 voltios. El inversor elegido ha sido fabricado por Ingeteam (modelo Ingecon Sun 100). Si la corriente de la red y la producida en el inversor no pudieran acoplarse, el inversor se desconecta automáticamente.



La eficiencia del inversor a máxima potencia es del 96 %.

En el vestíbulo del edificio principal se ha instalado una pantalla para que los visitantes puedan visualizar los datos *on-line* e históricos correspondientes a la explotación de la Central Solar Fotovoltaica (energía generada, horas de funcionamiento, potencia instantánea entregada a la red, etc.), así como el balance medioambiental que supone la generación de energía eléctrica con esta tecnología (reducción de CO<sub>2</sub> frente a otros modos de generación, árboles equivalentes, etc.).



## Resultados

Instalación Solar Fotovoltaica	
Nº de módulos	720
Potencia Total	108 kWp
Energía Generada	139.380 kWh/año
Emisiones Evitadas	129,6 t CO <sub>2</sub> /año
Nº de árboles equivalentes	10.723



## Beneficios – Impactos positivos

La producción anual estimada de energía eléctrica es de 140.000 kWh. Esta producción, originada con una central térmica de carbón, hubiera provocado la emisión de aproximadamente 130 toneladas de CO<sub>2</sub> y 1,5 toneladas de SO<sub>2</sub>. La disminución de CO<sub>2</sub> anual equivale a la plantación de más de 10.000 árboles.

---

La inversión necesaria para la realización de este proyecto ha sido de algo más de 0,6 millones de €.

El período de amortización de la inversión realizada está en torno a 10 años.

---

## 3.16 ARQUITECTURA SOSTENIBLE



### Vivienda bioclimática

**Lugar:** Urbanización El Alcor II

**Municipio:** El Escorial

**Fecha de puesta en marcha:** Junio 2005

**Participantes:**

- FUJY

### Descripción

El primer proyecto sostenible de la firma FUJY, Arquitectura por Naturaleza está a unos 40 km de Madrid, en la urbanización El Alcor 2 del municipio de El Escorial.

La idea nació hace 5 años con muchos objetivos de carácter medioambiental y arquitectónico, incluyendo buscar la integración de la empresa privada, organizaciones sin ánimo de lucro e instituciones públicas, universidades y escuelas profesionales en proyectos de sostenibilidad.

El arquitecto italiano Luca Lancini ha liderado el desarrollo del proyecto de una vivienda bioclimática actual en una parcela de algo más de 1.000 m<sup>2</sup>, que gracias a su orientación norte-sur integra tecnología y sistemas de vanguardia desde el punto de vista morfológico y funcional.

La construcción, de planta rectangular dispuesta en sentido este-oeste está constituida por dos niveles. El 65 % de las fachadas se

orientan hacia el sur y el norte aprovechando la posibilidad de controlar la radiación solar y garantizar la ventilación cruzada de los espacios. En la planta baja se han distribuido las estancias diurnas, la cocina, la lavandería, una habitación doble y un baño adaptado. En la planta primera se encuentran otras dos habitaciones, un baño común, los paneles solares, las estancias y una gran terraza.



El diseño bioclimático, que aprovecha la naturaleza y sus flujos, en coordinación con sistemas de ahorro energético aplicados, supone un 40 % de ahorro energético global respecto a una vivienda de sus características para cuatro personas. Se han integrado en el proyecto diferentes sistemas pasivos como el uso del bloque Termoarcilla de modo que la vivienda queda aislada de forma termo-acústica. La fachada sur está totalmente acristalada en la planta baja, para atraer el máximo de luz y calor solar. Y en la primera planta están integrados los paneles solares que ayudan a garantizar un mayor aislamiento interior/exterior de las habitaciones, que junto a las ventanas de techo y rejillas con funcionamiento domótico regulan la circulación del aire y de la temperatura de las estancias.

La calefacción/refrigeración es por suelo radiante. Los tubos de polietileno reticular instalados por debajo del suelo de la vivienda distribuyen el agua caliente (en invierno) y agua fría en verano. La casa dispone de un sistema doble de calderas modulantes. El consumo se modula en función de las necesidades del usuario. La enfriadora se enciende sólo en verano y baja la temperatura del agua que circula en el suelo radiante para refrigerar las salas por absorción.

En lo que se refiere al ahorro de agua potable se estima en un 75 % (2.000 litros) compara-

do con una vivienda similar (unifamiliar para 4 personas y con jardín) gracias al proyecto bio-climático y sistemas alternativos de ahorro como grifos temporizados o sanitarios de menor gasto; sistemas de aprovechamiento del agua de lluvia y sistemas para depurar aguas grises y negras para el riego del jardín. Con los sistemas Fuji el ahorro estimado sería del 60 % por vivienda para un bloque de pisos.



En la vivienda Fuji cada elemento tiene funciones propias y trabaja en sinergia con los factores climáticos con objeto de disminuir el impacto ambiental de la construcción, crear ambientes idóneos, confortables y funcionales.

Toda la casa tiene vertientes no sólo estilísticas sino también funcionales como:

- Recogida de aguas pluviales para uso no potable: lavadora, lavavajillas, cisternas cerámica sanitaria (inodoro) y riego.
- Grifos temporizados y electrónicos.
- Depuración de las aguas grises y negras para el riego de la zona verde.
- Sistema de iluminación eficiente y diferenciada según horas de uso previstas.

- Encendido y apagado automático de las luces de los servicios y zonas de paso por medio de detectores de presencia.
- Electrodomésticos de alto rendimiento. Secadora solar con cristales opacos.
- Los cristales poseen cámaras con filtros selectivos de control solar y tratamiento de auto limpieza.
- Acceso sin barreras arquitectónicas y baño adaptado para minusválidos.
- Sistema integrado de control de la eficiencia energética y domótica integrada garantizan la seguridad y ahorro de energía.



Dependiendo del uso de la edificación se puede llegar a disminuir hasta un 39 % el impacto ambiental negativo, reduciendo el consumo de energías no renovables, ahorrando agua, mejorando los procesos de gestión y explotación de recursos y aprovechando los aspectos climáticos de la zona para garantizar calidad interior y mejora paisajística exterior.

El proyecto Fuji, además de una vivienda unifamiliar aislada sostenible, es ejemplarizante pues su presencia sensibiliza, asesora y comunica la posibilidad de una nueva forma de proyectar, pensar y realizar construcciones más idóneas por el usuario y por el medio ambiente.

## Resultados

Ahorro Energético	40 %
Ahorro Consumo de Agua	75 %
Inversión	390.000 €
Superficie Construida	340 m <sup>2</sup> terreno no incluido

## 3.17 AGUA CALIENTE EN HOTELES CON ENERGÍA SOLAR



**Hotel Foxá M-30**

### Instalación Solar Térmica en el Hotel Foxá M-30 (2003) y en el Hotel Foxá Tres Cantos (2006)

**Lugar:** Hotel Foxá M-30  
C/ Serrano Galvache, 14

**Municipio:** Madrid

**Lugar:** Hotel Foxá Tres Cantos  
C/ Ronda de Europa, 1

**Municipio:** Tres Cantos

#### Participantes:

- Grupo Foxá

#### Descripción

El Grupo FOXA, es consciente de la favorable repercusión que puede tener el uso de energías renovables y por eso se ha dado el paso para que todas sus instalaciones cuenten con los adelantos ecológicos, los cuales les llevarán a un ahorro de energía y, por tanto, la reducción en la emisión de gases de efecto invernadero.

La Cadena Hotelera aboga por la implantación en sus complejos desde el mismo momento de su construcción, incluyéndose en sus proyectos constructivos el diseño y aplicación de la energía solar térmica mediante paneles solares, como es el caso de los hoteles FOXA-M-30 y FOXA-TRES CANTOS.

La instalación proporciona en Hotel Foxá M-30 agua caliente sanitaria mediante energía solar. Y en Hotel Foxá Tres Cantos proporciona agua caliente sanitaria, climatización de piscinas y si se produce sobrante se emplea en máquina de producción de frío.

Dicha instalación está básicamente constituida por:

- El campo de captadores, que transforma la radiación solar en energía térmica del fluido que contienen.



- El sistema de acumulación que se utiliza para almacenar el agua caliente sanitaria hasta que se precise su uso.

- El sistema de intercambio de calor, constituido por el intercambiador de placas de acero inoxidable, que realiza la transferencia de la energía térmica captada desde el circuito de captadores, o circuito primario, al agua que se desea calentar.

- El circuito hidráulico, constituido por el trazado de tuberías, con recubrimiento aislante para todos los circuitos, bombas de circulación, vaso de expansión, sistemas de seguridad, llenado, purga, valvulería, y accesorios, que se encarga de establecer el movimiento del fluido caliente hasta el sistema de acumulación.

- Cuando la temperatura del agua caliente solar es inferior a la establecida, el sistema de energía auxiliar se encarga de realizar el calentamiento adicional hasta alcanzar la temperatura deseada. Esto mismo puede hacerse con el agua de la piscina primero y después con el sistema de calefacción por suelo radiante. Existe un bypass hidráulico para la eventual desconexión de la instalación solar.

Además consta de un sistema de telemonitorización que realiza:

- El control continuo del funcionamiento de la instalación.
- La evaluación de las prestaciones de la instalación mediante la medición de caudal y energía térmica.

En invierno, la prioridad en la instalación es el ACS frente a la calefacción por suelo radiante y climatización de piscina; por tanto, el agua caliente de los colectores se enfriá cuando pasa a través del sistema de intercambio para el agua caliente sanitaria, al transmitir el calor al agua de consumo. El agua caliente del sistema de acumulación queda almacenada y dispuesta para ser consumida. Cuando se ha alcanzado la temperatura deseada para el agua de consumo, el fluido caloportador pasa por el sistema de

intercambio, cediendo el calor al agua del depósito de inercia de calefacción. Cubiertas las necesidades de suelo radiante, el fluido caliente proveniente de los colectores pasa por el sistema de intercambio de la piscina, climatizando el agua de la misma.

En verano la prioridad es la producción de ACS, seguida por la climatización de la piscina y la calefacción por suelo radiante. El fluido caloportador pasa al sistema de intercambio del ACS y una vez cubiertas las necesidades de esta aplicación pasa por el sistema de intercambio de la piscina y posteriormente, y sólo en el caso de existir demanda, por el sistema de intercambio de la calefacción por suelo radiante.

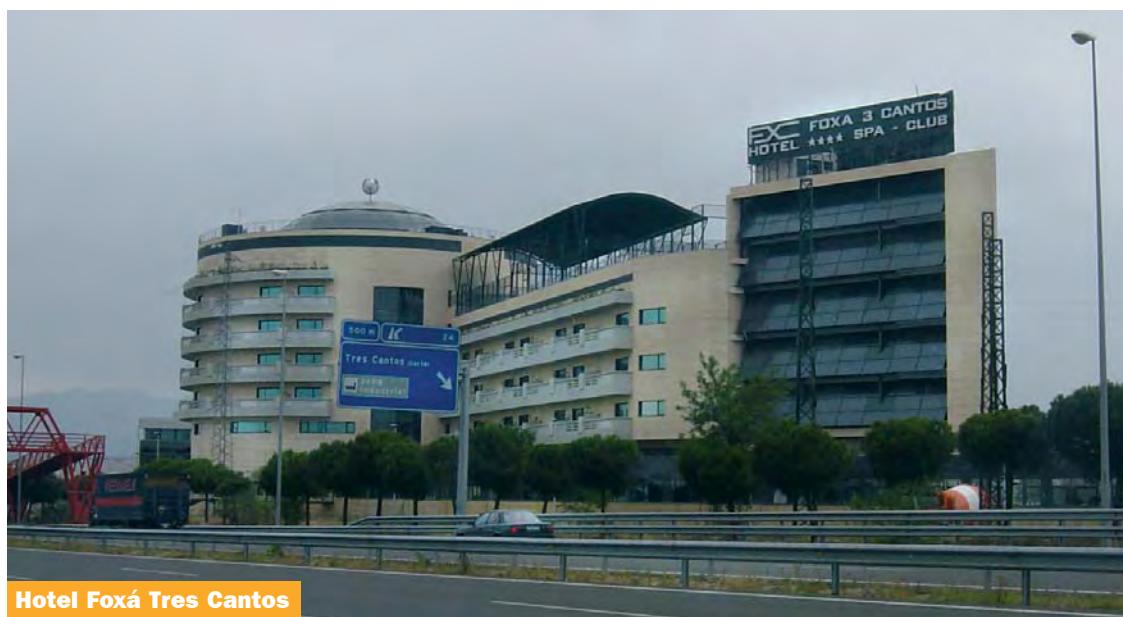
## Resultados

### Hotel FOXÁ M-30 estimado 13 oct 06 al 23 nov 07

Aporte Solar	15.043 termias (11,23 %)
Ahorro Gas natural	1.198 €
Gasóleo	2.070 €
Electricidad (tarifa 1)	2.242 €

### Hotel FOXÁ TRES CÁNTOS 16 nov 06 al 23 nov 07

Aporte Solar	58.461 termias (42,78 %)
Ahorro Gas natural	4.657 €
Gasóleo	8.045 €
Electricidad (tarifa 1)	8.713 €



## 3.18 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA PARROQUIA DE SAN GABRIEL ARCÁNGEL



### Instalación fotovoltaica conectada a red en la Parroquia San Gabriel Arcángel

**Lugar:** C/ Isla de Oza, 49

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** 2003

#### Participantes:

- Parroquia San Gabriel Arcángel
- Abasol, S.L.

#### Descripción

El proyecto realizado por Abasol, S.L. para la Parroquia San Gabriel Arcángel consta de dos instalaciones solares fotovoltaicas de conexión a red; ambas son de 5 kW, una realizada en una vivienda unifamiliar y otra realizada en la parroquia.

La más emblemática es la instalación realizada en la parroquia. Situados en una cubierta sobre la entrada principal, los 48 paneles de los que ésta consta tienen una potencia instalada total de 5.760 Wp.

Para implantar la instalación fotovoltaica se optó por usar módulos fotovoltaicos de la firma BP, modelo MSX120. Este tipo de panel es apto, tanto para instalaciones aisladas como conectadas en red. La potencia máxima

garantizada es de 114 W; sin embargo, cada panel fotovoltaico puede llegar a generar 120 Wp, con una tensión de 33,7 V y una corriente de 3,56 A.

Los paneles están orientados al sur y descansan sobre una estructura de acero galvanizado, soldado en todas las juntas, que les da una inclinación de 30º, lo que permite que sobre ellos incida la máxima radiación posible, siendo el rendimiento total de la instalación del 75 %, aproximadamente.

Además, esta estructura aporta la estabilidad necesaria y suficiente incluso en condiciones climáticas muy desfavorables.

Para transformar la corriente continua generada en los paneles es preciso el uso de inversores, que la trasforman en corriente alterna. En cuanto al sistema de acondicionamiento de potencia está formado por 2 inversores monofásicos.



Detalle del campo solar

Los inversores de la instalación fotovoltaica de la cubierta de la parroquia de San Gabriel Arcángel son de la marca Fronius, modelo IG-30, de 2,5 kW nominales de potencia para cada uno. Este tipo de inversor tiene un rendimiento del 95 % y proporciona la energía a 230 V y 50 Hz.

A cada inversor entran 3 ramas de 8 paneles fotovoltaicos en serie, es decir, lo que suponen 24 paneles fotovoltaicos por inversor.



## Resultados

La producción de energía eléctrica de la instalación fotovoltaica (48 paneles) está estimada en 7.573 kWh anuales.

Igualmente se estima que con esta instalación se evita la emisión a la atmósfera de 5 toneladas de CO<sub>2</sub>.

## Resumen de la instalación

Instalación Solar Fotovoltaica	
Nº de módulos	48
Potencia Total	5,76 kWp
Energía Generada	7.573 kWh/año
Emisiones Evitadas	5 t CO <sub>2</sub> /año

## Beneficios – Impactos positivos

La instalación de paneles fotovoltaicos en la Parroquia de San Gabriel Arcángel, además de evitar la emisión de 5 toneladas anuales de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, tiene un valor muy importante como es la función divulgativa y concienciación del uso de las energías renovables.

La Parroquia, en este caso su titular, recibió una subvención de 17.280 €, el 45 % del coste total, de acuerdo a las subvenciones que en ese momento disponía la Comunidad de Madrid, a fondo perdido de 3 € por cada Wp instalado. El coste de la inversión fue de 38.578 €.

## 3.19 PRODUCCIÓN Y AUTOCONSUMO DE BIOCOMBUSTIBLES EN LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



### Producción y Autoconsumo de Biocombustibles Sólidos en los Campos de Prácticas de la E.T.S. de Ingenieros Agrónomos de Madrid

**Lugar:** Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** 2006

#### Participante:

- Grupo de Agroenergética de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid

#### Descripción

El objeto del Proyecto es demostrar la posible autosostenibilidad energética de una explotación agraria, considerando la cadena completa de producción y utilización del combustible.

Las instalaciones del Grupo de Agroenergética de la UPM, situadas en los Campos de Prácticas de la ETS de Ingenieros Agrónomos, se toman como modelo representativo de lo que podrían ser las dependencias e instalaciones de una explotación agraria.

#### Materia prima

La biomasa disponible para fines energéticos sería de unas 52 t brutas anuales (equivalentes a 11,5 tep), procedentes de:

- **Biomasa de cultivos energéticos.** Los principales cultivos lignocelulósicos en experimentación son: el cardo, la caña de Provenza y el olmo de Siberia. Anualmente se aprovechan unas 2 t de biomasa seca procedentes de restos de los trabajos experimentales.
- **Biomasa residual.** Se generan unas 50 t (peso fresco) de biomasa vegetal procedente de labores de poda de frutales, operaciones de mantenimiento de jardines y restos de cultivos.

#### Recolección de la biomasa

La biomasa herbácea es recogida y empacada en el campo. Tiene una humedad inferior al 15 % y puede almacenarse sin peligro de pérdidas por la acción de microorganismos.

Para podas de frutales o sarmientos de vid, la humedad es del orden del 40 - 50 %, siendo necesario secar el producto antes de almacenarlo, para evitar mermas e incluso incendios, por efectos de la fermentación microbiana.

La biomasa se hace astillas con una astilladora marca AGRIC (modelo BTA-25), dotada de un potente ventilador solidario con un disco de cuchillas que entrega la biomasa al interior de "big-bags" para su transporte a secadero para su almacenamiento.

#### Secado de la biomasa astillada

Las astillas de poda verde se secan con energía solar en un secadero cerrado con paredes y con cubierta de polietileno transparente. El sistema tiene un suelo radiante de agua caliente generada en una caldera de biomasa.

La biomasa se almacena por especie vegetal en "big-bags", dentro de soportes apilables depositados bajo cubierta en una nave abierta.

#### Acondicionamiento y peletización

La biomasa se muele, en un molino de martillos de 7 kW, en partículas inferior a 5 mm, y se almacena por separado.

Los tipos de biomasa finamente molida son mezclados en una mezcladora TECTRAPLANT modelo Mix-Tec-1000, en la que se pueden añadir aditivos para mejorar la densificación de los pelets y sus características energéticas.



Peletizadora compacta con capacidad de producción de 100 kg/h. Consumo 0,13 kWh/kg de pelets.

El equipo de peletizado es un sistema compacto de la marca LARUS, de matriz anular móvil (modelo Skid Sinte 1000) que consume 20 kWe y produce 80-150 kg/h. La biomasa pasa mediante elevadas presiones a través de una matriz de acero con orificios, provocando su densificación y la termofusión de algunos de sus componentes (lignina). A la salida, los pelets, que están bastante calientes, se enfrian y elimina el vapor de agua con aire en circulación forzada.

### Generación de energía térmica

Los pelets producidos *in situ* sirven para alimentar a tres calderas de distinto tipo que producen agua caliente para la calefacción de dos invernaderos y los laboratorios y despachos del Grupo de Agroenergética de la ETSIA.

Una de las calderas es de la firma Toscoaragonesa (modelo Vertical) de procedencia italiana. Tiene 46,3 kW (40 kcal/h) de potencia y sirve para calefactar un invernadero de 280 m<sup>2</sup> dedicado a la producción de plantas acuáticas que se utilizan posteriormente para la depura-

ción de aguas residuales. La calefacción se realiza por tubería radiante en el interior de las balsas de cultivo y por medio de tres aerotermos en la parte aérea del invernadero. La caldera tiene un hogar de tipo crisol, con alimentación inferior.

La caldera, de la firma checa Viadrus-Lasian (modelo Biomax-35) y adaptada por la firma Lasian de Zaragoza, tiene 35 kW (30.100 kcal/h) de potencia y produce agua caliente para la calefacción de un invernadero de investigación bicompartmentado de 220 m<sup>2</sup>. La calefacción se realiza por medio de cuatro aerotermos. La caldera tiene un quemador exterior que se alimenta por medio de un tornillo sinfín a partir de una tolva de 750 litros, que le da una autonomía de unas dos semanas.

La tercera caldera, de la firma checa Verner modelo A25 G de 25 kW (21.500 kcal/h), sirve para calefactar los laboratorios y despachos del Grupo, de unos 200 m<sup>2</sup> por medio de 11 fancoils y 2 radiadores.



Calderas automáticas de biomasa para calefacción de las dependencias y el invernadero de investigación del Grupo de Agroenergética de la ETSIA.

### Sistema de climatización

La instalación de refrigeración, en fase de proyecto, está formada por un sistema de absorción alimentado en verano por la misma caldera Verner A25G y utiliza los termoventiladores con el mismo circuito que los alimenta para la calefacción en invierno (no se utilizan los radiadores). Las conducciones y termoventiladores están adaptados para evitar condensaciones. La misma caldera sirve para la generación de calor en invierno y frío en verano.

## 3.20 BIOGÁS Y APROVECHAMIENTO DEL CALOR RESIDUAL



### Producción de Biogás en la planta de residuos de Pinto. Generación eléctrica y recuperación calor residual

**Lugar:** Planta de Residuos

**Municipio:** Pinto

**Fecha de puesta en marcha:** 2004 y 2007

#### Participantes:

- GEDESMA
- Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid

#### Descripción

La Planta de Biometanización y Compostaje de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, se puso en marcha a finales del 2004. Se encuentra situada en el término municipal de Pinto en el Complejo Ambiental de Gestión de Residuos Urbanos que además cuenta con una planta de clasificación de residuos de envases y un vertedero.

La instalación, gestionada por la empresa pública Gestión y Desarrollo del Medio Ambiente de Madrid (GEDESMA), trata los residuos orgánicos de la zona sur de la Comunidad de Madrid. En ella, tras un proceso riguroso de separación de la materia orgánica del resto que le pueda acompañar, se somete a ésta a una degradación anaeróbica,

es decir con ausencia de oxígeno, en unas condiciones controladas de tal forma que se produce biogás. Es el mismo proceso de descomposición que se lleva a cabo en un vertedero, pero de una forma acelerada.

El biogás producido en el proceso de biometanización, junto con el extraído del vertedero adyacente, se utiliza en motores para generar energía eléctrica. Así en 2006 se han obtenido 86.448.000 kWh.

Esta instalación es la mayor generadora de energía eléctrica de este tipo de las existentes en España y ha sido cofinanciado con Fondos de Cohesión de la Unión Europea.

La planta cuenta con 11 motor-generadores de ciclo Otto con las siguientes características eléctricas:

- Potencia unitaria: 1.413 kW<sub>e</sub>
- Potencia total instalada: 15.543 kW<sub>e</sub>
- Energía nominal máxima: 117,73 GWh/año

Las características de los gases disponibles son:

- Caudal de escape: 73.800 kg/h
- Temperatura: 445 °C

En 2006 se acometió un proyecto de aprovechamiento del calor residual producido en los once motores, de tal forma que una vez recogidos los gases de escape éstos se utilizan como fuente de calor en un ciclo Rankine.

A partir de los datos se realizaron los cálculos básicos para el dimensionado del ciclo térmico, que consiste en un ciclo de vapor convencional, con una turbina a condensación, un circuito de disipación de calor equipado con torres de refrigeración y un circuito de recuperación de calor.

La recuperación de los gases se lleva a cabo gracias a la instalación de conexiones a las chimeneas existentes, por encima de los silenciadores. Las chimeneas actuales sirven de by-pass para la nueva instalación, por medio de un sistema de válvulas (todo-nada) capaces de elegir el caudal de humos necesario para la caldera de recuperación.

Una vez que los gases están dentro de la caldera se utilizan para proporcionar calor a un caudal de agua y transformarlo en vapor, es decir serán la fuente de calor del ciclo de vapor. Siguiendo el ciclo de Rankine, el foco caliente tiene el punto de evaporación del agua a 13 bares y 191,6 °C; y como temperatura del foco frío, la de condensación del vapor a 0,21 bares. El calor es expulsado en el condensador gracias a su circuito de refrigeración con torres.

El trabajo del ciclo se realiza mediante la expansión del vapor saturado en una turbina, que a su vez, a través del movimiento de giro de su eje se la transmite a un generador eléctrico. El rendimiento electromecánico de esta transmisión de energía es del 96,5 %. El proceso absorbe trabajo en la fase de compresión del agua de 3 a 13 bares.



## Equipos principales

### Caldera de recuperación

Es de tipo pirotubular concebida especialmente para el aprovechamiento de gases de recuperación. El cuerpo de la caldera, formado por un cuerpo cilíndrico de disposición horizontal, incorpora interiormente un paquete multitungüular de transmisión de calor y una cámara superior de formación y acumulación de vapor.

### Economizador

Es básicamente un intercambiador de gases-agua. Su objeto es recuperar una parte de las calorías que quedan en los gases de escape para elevar la temperatura del agua de alimentación. Así se consigue un aumento del rendimiento térmico de la instalación.

### Turbina

Es un turbogrupo a vapor de una sola etapa, sin extracción que presenta múltiples ventajas como la facilidad de operación o su facilidad de arranque y parada. Su potencia mecánica es de 1.068 kW.

### Desgasificador térmico

Sirve para facilitar el mantenimiento de la instalación y prevenir la oxidación de la caldera.

### Torre de refrigeración

Es del tipo de flujo a contracorriente. El agua de refrigeración se introduce por la parte superior de la torre, se reparte por un conjunto de tubos equipados con pulverizadores sobre toda la superficie de intercambio y se recoge en un colector en la base de la torre. El aire a través de los ventiladores, pasa a contracorriente con el agua en el intercambiador y se filtra en el separador una vez que ha salido de la torre de forma orientada.

## Beneficios

Este proyecto, que ha contado con financiación de Fondos de Cohesión, ya ha sido puesto en marcha, y supone aumentar la producción de energía eléctrica de la Planta de Biometanización y Compostaje en 7.010 MWh al año.



## 3.21 ÁRBOLES DE AIRE BIOCLIMÁTICOS



### Acondicionamiento bioclimático en el bulevar de la naturaleza en el Ensanche de Vallecas

**Lugar:** Avenida de la Naturaleza. Ensanche de Vallecas. Distrito Vallecas Villa

**Municipio:** Madrid

**Fecha de puesta en marcha:** 2006

#### Participantes:

- Área de Gobierno de Urbanismo, Vivienda e Infraestructuras del Excelentísimo Ayuntamiento de Madrid
- Dirección de proyectos de Innovación Residencial de la Empresa Municipal de Vivienda y Suelo de Madrid
- [ecosistema urbano] arquitectos SL (J.L. Vallejo, D. García-Setién, B. Tato)
- Tectum Ingeniería, SL (C. Hurtado)
- IP ingeniería, SL (J. Bernal)
- Acuajardín (I. López)
- Grupo Entorno y Vegetación S.A.

#### Descripción

El objeto de la propuesta de la Empresa Municipal de Vivienda y Suelo de Madrid (E.M.V.S.) es el desarrollo del acondicionamiento bioclimático del Bulevar de la Naturaleza de la UE-1, un espacio exterior de 550 m x 50 m (27.500 m<sup>2</sup>). Este proyecto se enmarca dentro del Programa de la Unión Europea LIFE. Debido a que el proyecto superó con creces las expectativas del Programa Comunitario, la EMVS decidió dividir en dos fases de desarrollo:

La **primera fase**, finalizada en agosto de 2005, contemplaba la ejecución de un primer prototipo (pabellón climático) y una pequeña parte del tratamiento superficial de la urbanización (100 metros). El presupuesto fue de 980.488,70 € en el cual a la Aportación Municipal se le sumaba la Subvención del Programa Europeo Life.

La **segunda fase**, concluida a finales del 2006, completaba el acondicionamiento del bulevar en toda su extensión. Para esta segunda fase, se ha contado con una Aportación Municipal de 2.577.548 € y una subvención de la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid a través de la Consejería de Economía e Innovación Tecnológica de 48.600 €. En esta fase se han ejecutado los dos pabellones restantes (lúdico y mediático) y el resto de urbanización (450 metros).

El árbol de aire o climático (norte) fue el prototipo que se realizó en la primera fase. Se define por un carácter que incita a la relajación, cuenta con un cerramiento exterior lobulado de tela de polietileno aluminizado de control solar que cubre 16 chimeneas de acondicionamiento natural por aire y agua atomizada. El interior del pabellón es una pared vegetal de especies trepadoras.

El árbol lúdico (centro) es una variante del primer árbol (climático). Se caracteriza por contar con una pared vegetal interior y otra exterior, por encerrar un gran arenero para los niños, incorporar columpios colgados de la estructura del árbol y por generarse intermitentemente en su interior una refrescante nube de agua atomizada.

En el interior del árbol mediático (sur) una pared textil antirreflectante sirve como pantalla de proyección. Igualmente mediante unas pantallas de LEDs se facilitará información meteorológica y datos concretos de las temperaturas y grados de humedad existente en el interior y exterior de los árboles de aire. Su recinto se protege de la radiación solar directa mediante una cubierta textil de doble capa ventilada.

Las estructuras de los árboles están formadas por perfiles tubulares de acero, totalmente atomillados y van coronadas por paneles solares fotovoltaicos. La rampa helicoidal de la base permite el acceso a



la parte inferior. De este modo cualquier persona de movilidad reducida puede acceder. También sirve como graderío o asiento perimetral, desde el que disfrutar de eventos que se celebren allí.

El pavimento interior de los árboles, incluida la rampa de acceso del mediático, se han acabado con caucho reciclado continuo. Alrededor de los árboles, el pavimento se ha dispuesto con adoquines de hormigón de forma concéntrica.

Todos los árboles van coronados por una instalación de paneles solares fotovoltaicos que producen energía eléctrica, para venderla a la compañía suministradora, generando un beneficio que se podrá reinvertir en el mantenimiento de los mismos.

## Resultados

La climatización por evapotranspiración en los tres árboles, formado por redes de agua atomizada (agua-aire) y la plantación de especies trepadoras, aportan a los árboles y a su entorno inmediato un aumento de humedad, y una pérdida de temperatura, que puede llegar a ser de unos 10-12 °C.

El ahorro energético previsto, procede de la estrategia derivada de hacer un balance anual de consumo y generación de energía, de manera que nunca se consume más de lo que estas infraestructuras fotovoltaicas son capaces de producir.

## Consumo Anual de Electricidad

Arbol Norte (climático)	Arbol Centro (lúdico)	Arbol Sur (mediático)
11.556,60 kWh/año	4.457,90 kWh/año	11.440,35 kWh/año

## Instalación Solar Fotovoltaica

Nº de paneles fotovoltaicos	192
Superficie de captación	246 m <sup>2</sup>
Potencia Generada	36.690 kWh/año

## Depuración de emisiones

135 árboles x 45 kg/año = 6.075 kg/año
550 especies vegetales x 20 kg/año= 11.000 kg/año

## Cantidades que se dejan de emitir a la atmósfera

12,87 x 3 = 38,61 t CO <sub>2</sub>
36,05 x 3 =108,15 kg SO <sub>x</sub>

## Beneficios - Impactos positivos

### Beneficios medioambientales

- Más de un 90 % de los materiales empleados son reciclados y/o reciclables.
- Estructura completamente desmontable y reutilizable o reciclable.
- Estructura de acero galvanizado, procedente de reciclaje (en España el 80 % del acero para construcción es reciclado).
- Móbilario urbano de plástico reciclado.
- Suelo de caucho reciclado.
- Empleo de energías alternativas.
- Reducción de las emisiones generadas por la plantación de árboles, arbustos y especies vegetales trepadoras.

### Beneficios sociales económicos a largo plazo/cualitativos

El espacio habilitado integra la sostenibilidad medioambiental, y la sostenibilidad social, sin la cual todo lo demás carece de sentido. Los árboles de aire crean un espacio público habitable en el que se fomentan las relaciones entre los ciudadanos, sirviendo como pretexto para generar una estructura de gestión vecinal.

## Inversión

INVERSIÓN	Fase 1	Fase 2
A. Municipal	980.489 €	2.577.548 €
Subvención	Proyecto Europeo Life	DGIEM 48.600 €
Superficie	5.000 m <sup>2</sup>	22.500 m <sup>2</sup>

## 3.22 CASBEGA E IBERDROLA PROMUEVEN Y CONSTRUYEN UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA EN FUENLABRADA



### Parque Solar Fotovoltaico

**Lugar:** Planta Industrial de CASBEGA (Compañía Castellana de Bebidas Gaseosas)

**Municipio:** Fuenlabrada

**Fecha de puesta en marcha:** 2006-2007

#### Participantes:

- CASBEGA
- IBERDROLA

#### Descripción

Planta Solar Fotovoltaica conectada a la red de distribución ubicada en los terrenos de la Planta Industrial de CASBEGA en el Polígono Industrial Niño del Remedio, en Fuenlabrada.

Esta instalación fotovoltaica promovida por CASBEGA tiene como socio tecnológico a la empresa eléctrica IBERDROLA que ha realizado la ingeniería y construcción de la planta a través de Iberdrola Ingeniería y Construcción (Iberinco).

Esta iniciativa forma parte del compromiso de CASBEGA con el medio ambiente y el desarrollo sostenible. En este caso se plasma en la apuesta por el uso de las energías renovables y en un óptimo aprovechamiento de los recursos naturales. CASBEGA es el primer conce-

sionario de la división ibérica de Coca-Cola que implantó y certificó su sistema de gestión ambiental conforme a la ISO 14001, y es por el momento el único en conseguir su adhesión al reglamento EMAS de ecogestión y ecoauditoría europeo.

La planta se ha dotado con 640 paneles fotovoltaicos de silicio monocristalino de 175 Wp, con una eficiencia de conversión solar del 13,5 %, fabricados por SHARP. La potencia instalada es de 112 kWp, que generarán 150.000 kWh/año.

Este tipo de paneles producen electricidad en corriente continua y aunque su efectividad depende tanto de su orientación hacia el sol como de su inclinación con respecto a la horizontal, se tiende a las instalaciones fijas, por facilidad en mantenimiento y con una inclinación al sur fija que depende de la latitud. Además la instalación de paneles solares lleva el estudio de las edificaciones adyacentes con el fin de evitar sombras.

Los paneles están dispuestos en estructuras, de soporte y fijación, que permiten la inclinación y orientación más favorable.

La energía obtenida de los paneles fotovoltaicos precisa de equipos que transformen la electricidad de corriente continua a corriente alterna y que vierten la electricidad en corriente alterna acoplada a la red.

La energía eléctrica generada en el parque solar de CASBEGA será vendida a IBERDROLA, que la incorporará a su red de distribución.

Con este proyecto, Iberdrola da un paso más en su estrategia de afianzarse como un referente en el área de las energías renovables, tanto en las tecnologías más maduras (minihidráulica, eólica, biomasa, etc.), como en tecnologías emergentes y de futuro, como es el caso de la termosolar o el aprovechamiento de la energía de las olas, liderando las iniciativas de I+D en este sector industrial.

Iberinco es la mayor empresa de ingeniería española (habiéndose incrementado su cifra de negocio en un 35 % en el año 2006), y se



centra en la ingeniería y construcción, principalmente de instalaciones eléctricas de generación, distribución y control, habiendo conseguido avanzar considerablemente en la contratación de proyectos tanto en el extranjero como fuera del grupo Iberdrola. En el ámbito de las energías renovables, cuenta con encargos que suman 868 MW de potencia, incluyendo varias plantas fotovoltaicas en España por valor de unos 92 millones de euros.

### Beneficios – Impactos positivos

La generación de 150.000 kWh anuales mediante el nuevo parque solar disminuirá el uso de combustibles fósiles y evitará la emisión a la atmósfera de unas 147 toneladas de CO<sub>2</sub> si la energía se generase en una central térmica de carbón, o unas 55 toneladas de CO<sub>2</sub> si se generase en una central de gas de ciclo combinado.

### Resultados

Instalación Solar Fotovoltaica	
Nº de módulos	640
Potencia Total	112 kWp
Energía Generada	150.000 kWh/año
Emisiones Evitadas	55 a 147 t CO <sub>2</sub> /año

# ANEXO 1

SITUACIÓN  
GEOGRÁFICA  
DE LOS PUEBLOS  
EN LA COMARCA  
DE MADRID

## ANEXO 2

PROYECTOS  
EMBLEMÁTICOS //

EN EL ÁMBITO DE  
LA ENERGÍA

# SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PROYECTOS EN LA COMUNIDAD DE MADRID

EXO 1



# SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PROYECTOS



**Edificio MAPFRE**  
Majadahonda



**Arquitectura Sostenible**  
El Escorial



**Autoconsumo de Biocombustibles** - Madrid



**Instalación Fotovoltaica**  
Madrid



**Repostaje de Bioetanol**  
Madrid



**Instalación fotovoltaica**  
Madrid



**Instalación fotovoltaica**  
Madrid



**Caldera de Biomasa**  
Madrid



**Cubiertas Solares**  
Madrid



**Instalación Fotovoltaica**  
Madrid



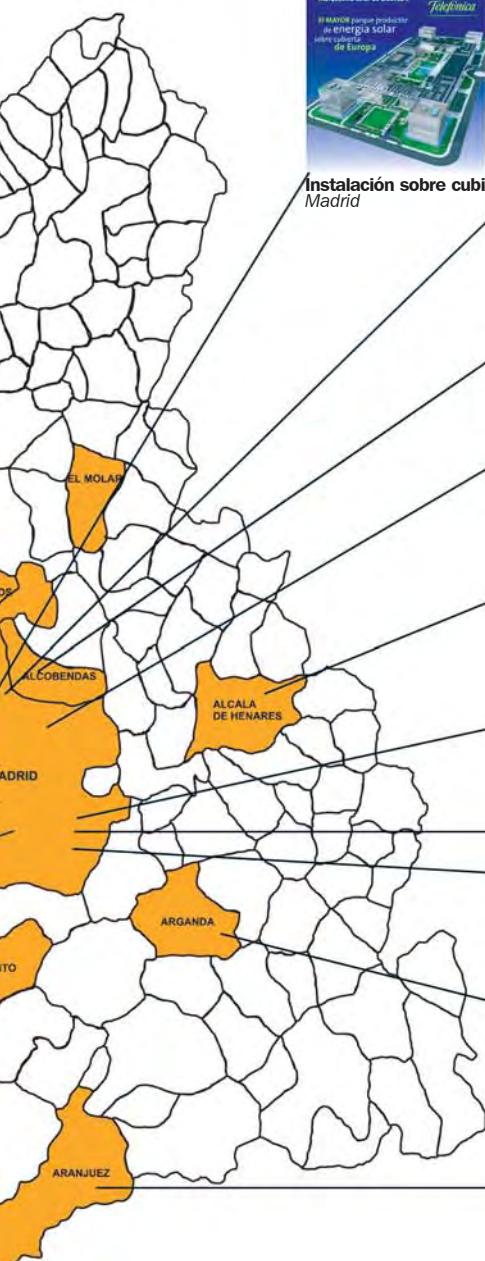
**Planta Fotovoltaica**  
Fuenlabrada



**Biogás**  
Pinto



# PROYECTOS EN LA COMUNIDAD DE MADRID



Instalación sobre cubierta  
Madrid



Agua Caliente en Hoteles  
Madrid



Instalación Solar Térmica  
Alcobendas



Caldera de Biomasa  
Madrid



Sustitutos del Petróleo  
Alcalá de Henares



Instalación Fotovoltaica  
Madrid



Fachada Solar  
Madrid



Árboles de Aire  
Madrid



Instalación Fotovoltaica  
Aranjuez



Instalación Fotovoltaica  
Arganda







Fundación de  
la Energía de  
la Comunidad  
de Madrid

**Energy Management Agency**

Intelligent Energy  Europe

**[www.fenercom.com](http://www.fenercom.com)**